DL USŁUGI W BUDOWNICTWIE ŁUKASZ DROBIEC

PROJEKTOWANIE, EKSPERTYZY, OPINIE, NADZORY

ul. KRASZEWSKIEGO 4, 41-400 MYSŁOWICE, tel. 32 318 18 65, tel. kom. 505 807 349
NIP 222-042-69-14, REGON: 241545767

TEMAT:	# EKSPERTYZA TECHNICZNA ## DACHU BUDYNKU KOŚCIOŁA PARAFIALNEGO P.W. ŚW. STANISŁAWA BISKUPA I MĘCZENNIKA W CZELADZI
ZAMAWIAJĄCY:	**Parafia Rzymskokatolicka św. Stanisława Biskupa i Męczennika** ul. Bolesława Pieńkowskiego 1, 41-250 Czeladź
ZAKRES OPRACOWANIA:	Ekspertyza dotyczy stanu technicznego zabytkowego budynku kościoła św. Stanisława Biskupa i Męczennika w Czeladzi
ZESPÓŁ AUTORSKI:	**Prof. dr hab. inż. Łukasz Drobiec** **Rzeczoznawca Budowlany** w specjalności konstrukcyjno-budowlanej obejmującej projektowanie i kierowanie robotami budowlanymi bez ograniczeń, dec. Nr RZE/X/0021/12 **Uprawnienia Budowlane** do projektowania i kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń w specjalności konstrukcyjno-budowlanej Nr ewid. **SLK/1480/POOK/06** i **744/01** **Członek Śląskiej Izby Inżynierów Budownictwa** o nr ewid. **SLK/BO/0384/03** posiada wymagane ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej do 31.07.2024 r. *prof. dr hab. inż. Łukasz Drobiec* Rzeczoznawca Budowlany w specjalności konstrukcyjno-budowlanej obejmującej projektowanie i kierowanie robotami budowlanymi bez ograniczeń, dec. Nr RZE/X/0021/12 Uprawnienia Budowlane do projektowania i kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń w specjalności konstrukcyjno-budowlanej Nr ewid. SLK/1480/POOK/06 i 744/01 ..... podpis
	Mgr inż. Joanna Drobiec **Ukończyła kurs brakarski** wytrzymałościowego sortowania tarcicy konstrukcyjnej metodą wizualną. Certyfikat nr KBT/04/04/2024 ..... podpis
	Dr inż. Krzysztof Grzyb **Uprawnienia Budowlane** do projektowania i kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń w specjalności konstrukcyjno-budowlanej Nr ewid. **SLK/1104/PWBKb/23** **Członek Śląskiej Izby Inżynierów Budownictwa** o nr ewid. **SLK/BO/3067/23** posiada wymagane ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej do 31.12.2024 r. **dr inż. Krzysztof Grzyb** Uprawnienia budowlane do projektowania i kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń w specjalności konstrukcyjno-budowlanej nr ewid.: SLK/1104/PWBKb/23 ..... podpis
	Inż. arch. Kacper Drobiec ..... podpis
DATA:	czerwiec, 2024

SPIS TREŚCI

1. Podstawy opracowania 3
1.1 Podstawy formalne 3
1.2 Dokumentacja 3
1.3 Publikacje 3
1.4 Strony internetowe 4
2. Przedmiot opracowania 4
3. Cel i zakres 7
4. Charakterystyka obiektu 8
4.1 Krótki rys historyczny 8
4.2 Konstrukcja budynku kościoła 13
5. Inwentaryzacja połaci dachowej 25
6. Wizje lokalne i obserwowane uszkodzenia 28
6.1 Nieprawidłowości dotyczące więźby dachowej 28
6.2 Nieprawidłowości dotyczące budynku kościoła 42
7. Wyniki badań 48
7.1. Nieniszczące badania więźby młotkiem do drewna i urządzeniami ultradźwiękowymi 49
7.2. Badania wilgotności 50
7.3. Badania podczerwienią 51
7.4. Ocena gatunku drewna 52
8. Obliczenia statyczno-wytrzymałościowe 53
9. Stan techniczny i wytyczne do prac naprawczych 54
10. Wnioski 55
Uprawnienia autorów ekspertyzy 57

Załącznik 1. Wyniki badań

Załącznik 2. Sprawdzające obliczenia statyczno-wytrzymałościowe

1. PODSTAWY OPRACOWANIA

1.1 PODSTAWY FORMALNE

1.1. Umowa z dnia 17.04.2024 r. na opracowanie ekspertyzy.

1.2. Wizje lokalne i pomiary na obiekcie.

1.3. Informacje uzyskane od użytkowników obiektu.

1.2 DOKUMENTACJA

1.4. Zestawienie powierzchni połaci dachowych na podstawie obliczeń oprogramowania fotogrametrycznego.

1.3 PUBLIKACJE

1.5. Drobiec Ł.: Renowacje konstrukcji obiektów zabytkowych. Systematyka – uszkodzenia – naprawy. Część I, II i III. Archmedia, Warszawa 2018, 2019, 2022.

1.6. Drobiec Ł.: Przyczyny uszkodzeń murów. XXII Ogólnopolska Konferencja Warsztat Pracy Projektanta Konstrukcji. Szczyrk, 7 -10 marca 2007, t. I, str. 105-147.

1.7. Drobiec Ł.: Naprawa rys i wzmocnienia murowanych ścian. XXX Jubileuszowe Ogólnopolskie Warsztaty Pracy Projektanta Konstrukcji, Szczyrk 25-28 marca 2015, tom I, s. 41 - 142.

1.8. Drobiec Ł.: Naprawa i wzmocnienia konstrukcji murowanych. XXXVIII Ogólnopolskie Warsztaty Pracy Projektanta Konstrukcji, Wisła 9-12 marca 2024, tom III, s. 323 - 398.

1.9. Drobiec Ł., Jasiński R.: Zasady wykonywania dokumentacji ekspertyz. S. 63-92. W pracy zbiorowej pod red. Leonarda Runkiewicza: Diagnostyka obiektów budowlanych, Zasady wykonywania ekspertyz. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 2020.

1.10. Rudziński L.: Konstrukcje murowe. Remonty i wzmocnienia. Wydawnictwo Politechniki Świętokrzyskiej. Kielce 2006.

1.11. Białkiewicz J.Z.: Kościół pw. Św. Stanisława Biskupa i Męczennika w Czeladzi. Perła neoromańska w Zagłębiu Dąbrowskim. Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej. Kraków, 2010.

1.12. Ryszka C.: 750 lat kościoła i parafii św. Stanisława B.M. Muzeum Staurn, Czeladź, 2010.

1.4 STRONY INTERNETOWE

1.13. https://parafia-czeladz.pl/historia-parafii/

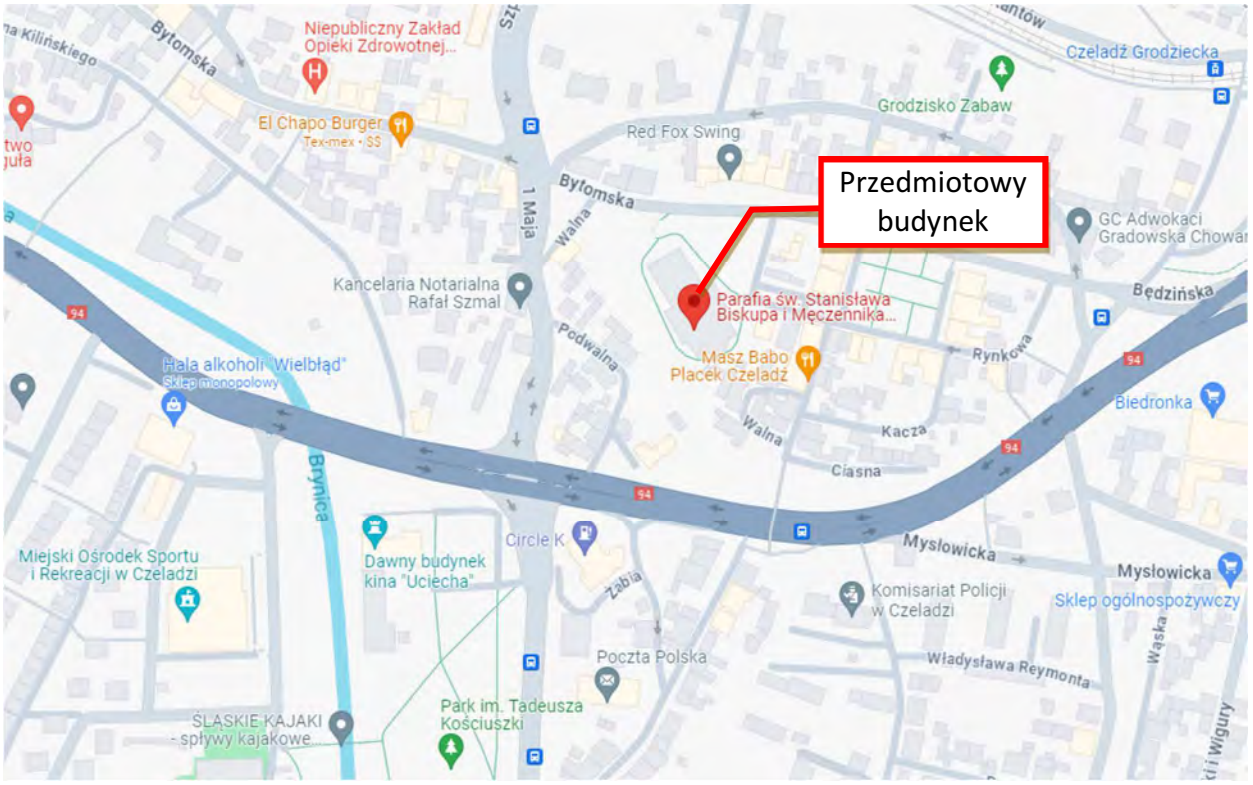
1.14. https://diecezja.sosnowiec.pl/120,czeladz,-parafia-pw.-sw.-stanislawa-bm

1.15. https://zabytek.pl/pl/obiekty/czeladz-kosciol-par-pw-sw-stanislawa (opracowanie Aleksandry Bednarskiej)

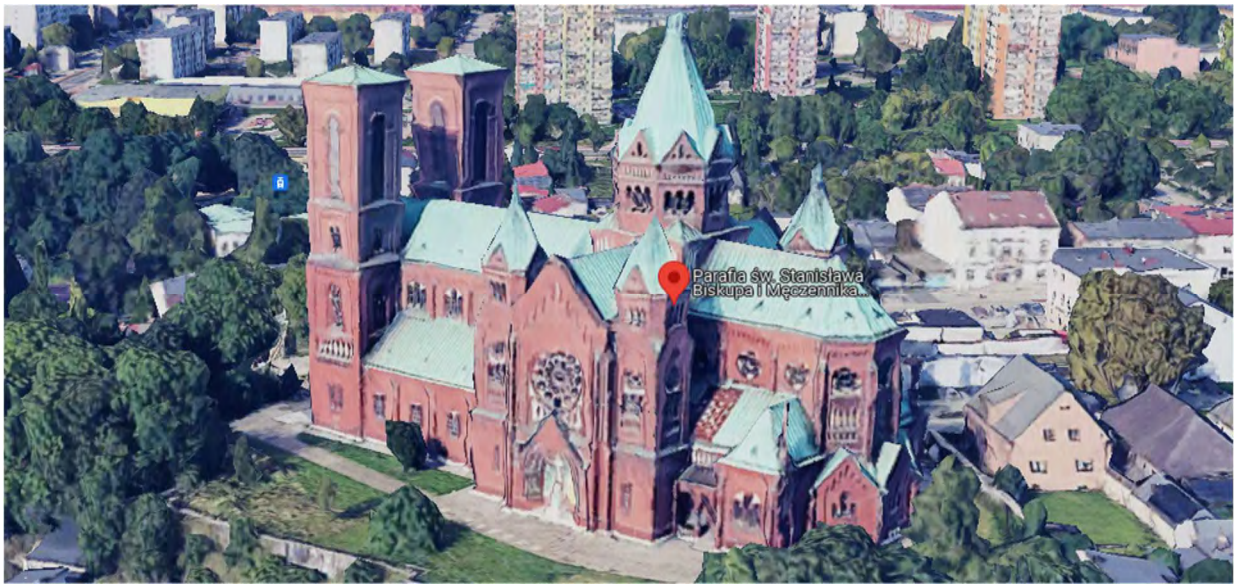
1.16. fotopolska.eu

2. PRZEDMIOT OPRACOWANIA

Przedmiotem opracowania jest budynek zabytkowego kościoła św. Stanisława Biskupa i Męczennika w Czeladzi przy ulicy Bolesława Pieńkowskiego 1. Lokalizację budynku pokazano na rys. 1, widok 3D na rys. 2., a widoki elewacji na rys. 3 i rys. 4.



Rys. 1. Lokalizacja przedmiotowego budynku (źródło: https://google.com/maps)



Rys. 2. Przedmiotowy budynek kościoła (źródło: https://google.com/maps)

Rys. 3. Elewacja wschodnia budynku kościoła, widok w kierunku transeptu

Rys. 4. Elewacja wschodnia budynku kościoła, widok na wieże frontowe

Rys. 5. Elewacja północna (frontowa) budynku kościoła

Rys. 6. Fragment elewacji zachodniej

3. CEL I ZAKRES

Celem pracy jest określenie stanu technicznego dachu przedmiotowego budynku i przyczyn ewentualnych uszkodzeń. W zakres opracowania wchodzą:

- analiza dokumentacji archiwalnej,
- wizje lokalne na obiekcie,
- krótki opis konstrukcji,
- dokumentacja fotograficzna,
- inwentaryzacja uszkodzeń do celów ekspertyzy,
- określenie stanu technicznego i ewentualnego zakresu koniecznych napraw,
- wnioski,
- opracowanie ekspertyzy z załącznikami.

4. CHARAKTERYSTYKA OBIEKTU

4.1 KRÓTKI RYS HISTORYCZNY

W 1260 roku w dokumencie księcia Władysława z Raciborza o przejęciu Czeladzi pojawia się imię Stefana, kapelana w Czeladzi. Można z tego wnioskować, że tego roku erygowano parafię. Nic dziwnego, że patronem został nowo ogłoszony polski święty, patron Polski i Krakowa, cieszący się od swojej śmierci wielką czcią wiernych Św. Stanisław – biskup krakowski ze Szczepanowa.

W księdze *Liber beneficiorum* Jana Długosza z 1440 r. znajduje się zapis, że w Czeladzi znajduje się kościół parafialny pod wezwaniem Św. Stanisława Biskupa i Męczennika, który należy do biskupów krakowskich. Zbudowany jest z drzewa modrzewiowego. Istnieją przesłanki, z których można przypuszczać, że niezwykle gorliwy pasterz, biskup krakowski Stanisław ze Szczepanowa jeszcze za życia mógł być znany mieszkańcom Czeladzi. W czeladzkim kościele od samego początku był czczony obraz przedstawiający Św. Stanisława, a miasto od początku do roku 1792 używało herbu i pieczęci z wizerunkiem tego świętego. W 1495 r. Czeladź została spalona razem z drewnianym, pierwszym kościołem.

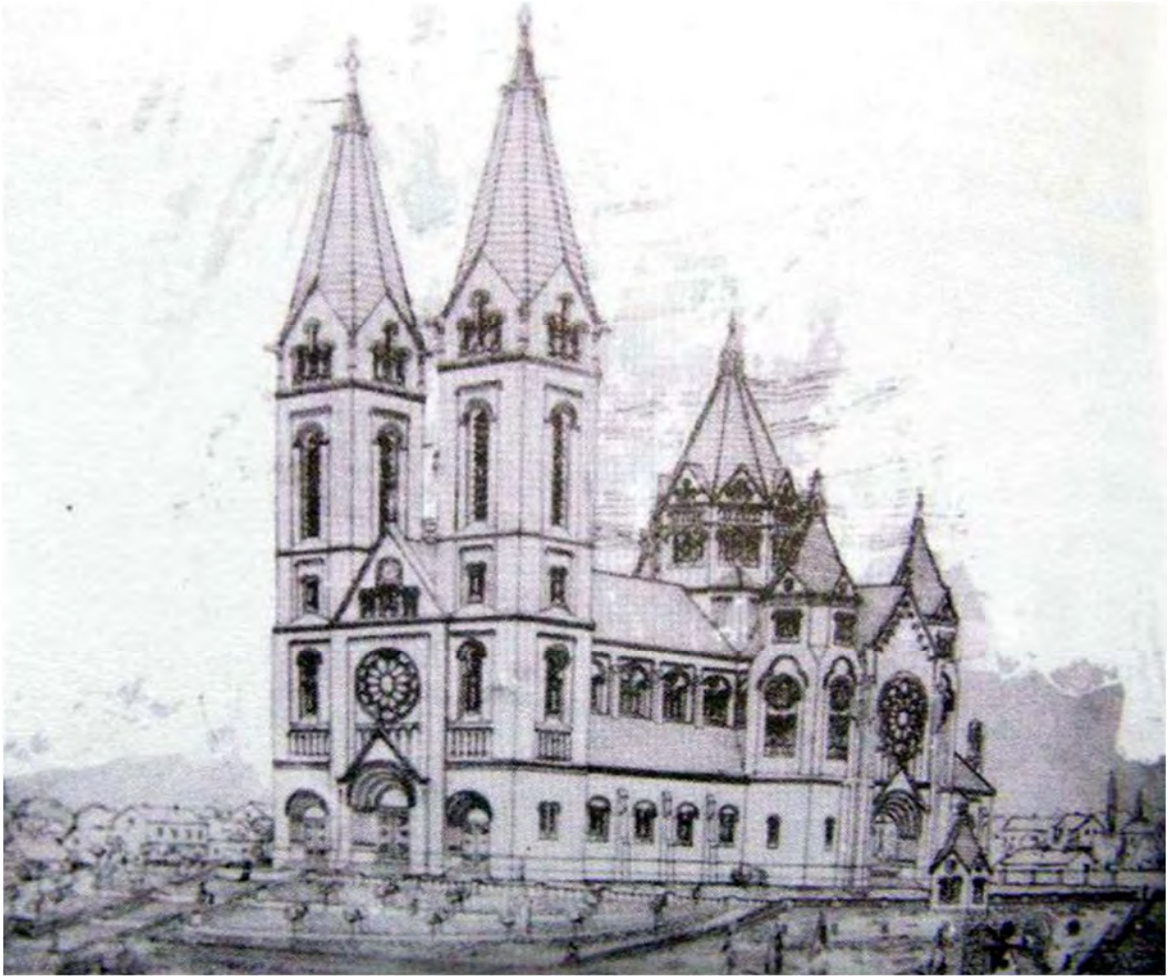
Za czasów Andrzeja z Koprzywnicy w 1515 roku przystąpiono do budowy drugiego kościoła. W 1522 r. proboszczem został archidiakon i kanonik krakowski ks. Stanisław Borek, to on dokończył budowy kościoła w 1529. Od 1606 do 1650 proboszczem był ks. Andrzej Skarżyński, który był również dziekanem bytomskim. W roku 1649 wprowadził on kult Obrazu Matki Bożej Pocieszenia, który zatwierdził 5 maja 1651 roku biskup krakowski Piotr Gembicki.

Za proboszcza Ludwika Sataleckiego (1864-1908) w roku 1899 do Czeladzi przybył wikariusz ks. Bolesław Pieńkowski. To on przystąpił w 1904 roku do realizacji projektu z 1890 roku – nowej świątyni czeladzkiej zaprojektowanej przez architekta z Warszawy, Hugona Kubery. Budowę zakończono za proboszcza ks. Antoniego Bożka w 1913 roku, który tuż po zakończeniu prac odszedł z Czeladzi. Jego następca ks. Mieczysław-Maria Rogójski 13 września 1913 roku po uroczystym przejściu z poprzedniej świątyni wprowadził wiernych do nowej, okazałej świątyni neoromańskiej. W 1923 wybuchł pożar w kościele, który zniszczył cudowny obraz Matki Bożej Pocieszenia. W dniu 28 października 1925 roku bullą papieża Piusa X *Vixdum*

Poloniae Unitas z Diecezji Kieleckiej wydzielona została Diecezja Częstochowska, w skład której weszła Czeladź. W tym czasie prowadzono liczne prace upiększające świątynię. Jednym z najważniejszych wydarzeń stało się przywrócenie kultu M. B. Pocieszenia, którego po przygotowaniach parafian przez proboszcza ks. kan. Mieczysława Oseta dokonał Biskup częstochowski dr Stanisław Nowak w dniu 8 maja 1988 roku [1.13]. We wnętrzu kościoła na szczególną uwagę zasługuje polichromia wykonana w latach 1963-1968 przez Macieja Makarewicza oraz bogata dekoracja rzeźbiarska [1.14]. Elewacje kościoła dekorowane są typowymi ornamentami romańskimi - różnorodnymi fryzami arkadowymi o półokrągłych łukach z blendami kamiennymi i tynkowanymi. Ich uzupełnieniem są rzeźbione detale kamienne roślinne i zoomorficzne [1.15].

Kościół wpisany został do rejestru zabytków nieruchomych województwa śląskiego pod numerem rejestru, A/747/2021 (daw. A/1269/81 – woj. katowickie), decyzją K-RD.5130.8.2021.MB z dn. 14.01.2021 r. - pismo z nowym numerem rejestru (woj. śląskiego); przeniesienie do ksiąg rejestru zabytków województwa śląskiego decyzji o wpisie pod nr. A/1269/81 (z dn. 10.12.1981 r.). Nazwa wpisu w rejestrze to: *Kościół parafialny pw. św. Stanisława Biskupa i Męczennika w Czeladzi; zbudowany w latach 1906–1912 wg projektu Hugona Kudera w stylu neogotyckim (obecnie obiekt zlokalizowany w rejonie ul. Kościelnej i ul.Bytomskiej, na działce ewidencyjnej nr 82, obr. Czeladź, gm. m. Czeladź).*

Na rys. 7 pokazano pierwotny projekt kościoła z wysokimi i ostro zakończonymi wieżami frontowymi, którego nie pozwolono zrealizować. Na rys. 8-10 pokazano archiwalne zdjęcia kościoła pod wezwaniem św. Stanisława. Fotografia przedstawiają zarówno nowy, obecny kościół jak i kościółek starszy, przekryty gontem drewnianym. Na rys. 11 widoczna jest archiwalna pocztówka miasta z 1916 roku. Współczesne wnętrze kościoła pokazano na rys. 12 i rys. 13.



Rys. 7. Projekt kościoła, którego nie pozwolono zrealizować [1.16]

Rys. 8. Widok obu kościołów, rok 1912 [1.16]

Rys. 9. Widok obu kościołów widzianych od ulicy Bytomskiej, 5 maja 1913 roku [1.16]

Rys. 10. Starszy kościół św. Stanisława, biskupa i męczennika, 5 maja 1913 roku [1.16]

Rys. 11. Ogólny widok Czeladzi, pocztówka Wyd. Księgarni J. Cieślińskiej w Czeladzi, 1916 rok [1.16]

Rys. 12. Współczesne wnętrze kościoła, widok na organy, widok na ośmiokątną rotundę z kopułą

Rys. 13. Współczesne wnętrze kościoła

4.2 KONSTRUKCJA BUDYNKU KOŚCIOŁA

Budynek kościoła jest obiektem wolnostojącym na planie krzyża łacińskiego, i reprezentuje cechy stylu neoromańskiego. Prezbiterium kościoła wieloboczne, a po bokach transeptu i przy wejściu zlokalizowano wieże. Długość głównej nawy kościoła wynosi 68 m, a szerokość jest równa 39 m. W nawie bocznej od strony wschodniej ulokowano kruchtę, a przy niej dwie kaplice: św. Anny oraz Serca Jezusowego i Miłosierdzia Bożego. Wewnątrz, nad nawami bocznymi znajdują się empory z galeriami, wsparte na filarach tworzących loże z każdej strony. Ponad lożami wnętrza oświetlają potrójne okna witrażowe. Nawa główna i ramiona transeptu nakryte są sklepieniem krzyżowym z gurtami, natomiast nawy boczne przekryte sklepieniem krzyżowo-żebrowym. W skrzyżowaniu naw, na czterech potężnych filarach wspiera się ośmiokątna rotunda z kopułą. Prezbiterium łączy się z sześciokątną absydą niskimi kolumnami romańskimi, na których stoją potrójne, wysmukłe kolumny zakończone kapitelami. Sklepienie prezbiterium składa się z arkady i żebrowania w kształcie parasola [1.15].

Fundamenty oraz cokół kościoła zbudowano z szarego kamienia wydobywanego w okolicy. Ściany kościoła murowane z czerwonej cegły klinkierowej, wzniesione metodą tradycyjną. Budynek przekryty jest deskowaniem pełnym i blachą, a konstrukcja dachu jest złożona, wielospadowa. Na niższym poziomie zabudowano dach nad nawami bocznymi (rys. 14), a wyżej zabudowano konstrukcję dachu nad nawą środkową, prezbiterium i transeptem. Jeszcze wyżej znajdują się konstrukcje dachów nad rotunda i dwiema wieżami.

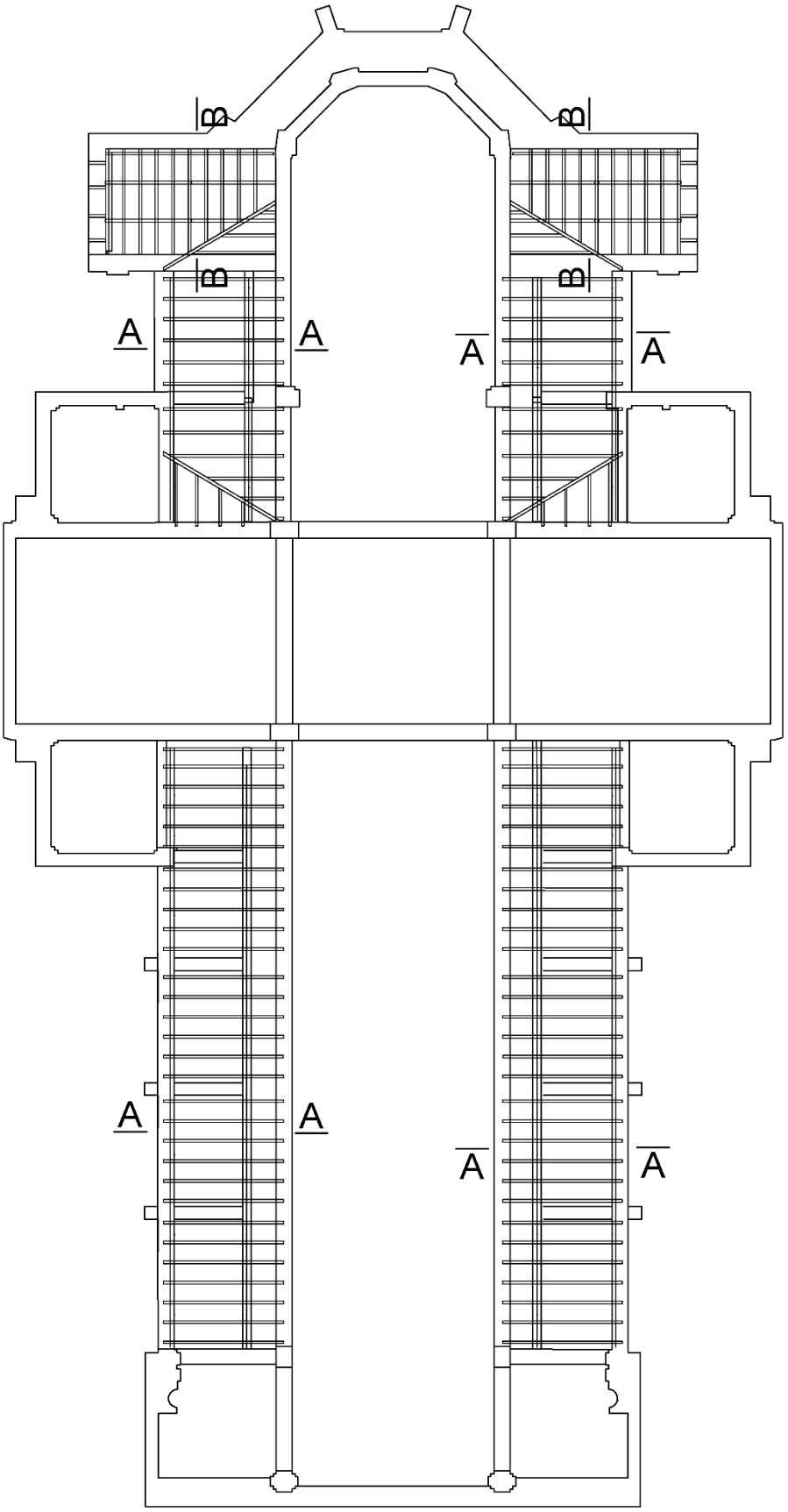
Konstrukcja więźby dachowej została wykonana z:

- dachu pulpitowego w nawach bocznych (przekrój A-A – rys. 16).
- więźby wieszarowej dwuwieszakowej w części kościoła prostopadłej do prezbiterium (przekrój B-B – rys. 17),
- więźby wieszarowej, jednowieszakowej ze stolcami ukośnymi i poziomym ściągiem stalowym w dolnej części wiązara (nawa główna, prezbiterium i transept kościoła, przekrój C-C – rys. 18),
- czterospadowych dachów krokwiowych na dwóch wieżach,
- sześciospadowego dachu nad rotundą.

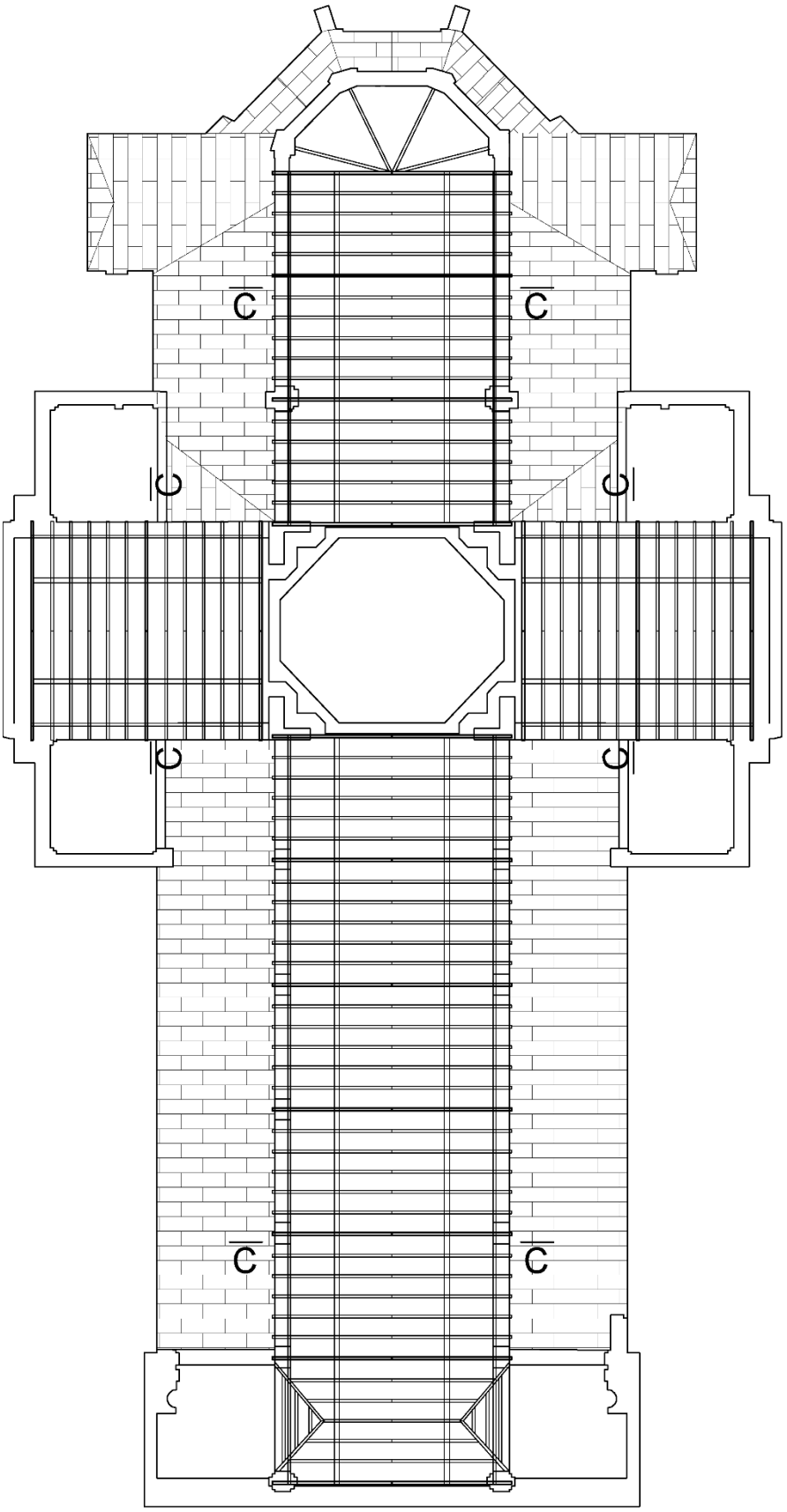
W części północno-zachodniej dachu pulpitowego konstrukcja kosza (krokiew koszowa i przylegające krokwie) została wymieniona na nową.

Więźby wieszarowe niższego i wyższego dachu składają się z wiązarów pełnych (ze ściągiem stalowym ze śrubą rzymską w dachu wyższym) i wiązarów niepełnych znajdujących się pomiędzy wiązarami pełnymi. W więźbach wieszarowych zastosowano metalowe łączniki między wieszarami i belkami wiązarowymi (dach niższy) oraz między stalowym ściągiem i elementami drewnianymi (dach wyższy). W ostatnim wiązarze nad prezbiterium zastosowano skomplikowane połączenie stalowych ściągów. Nad nawą główną, transeptem i prezbiterium zabudowano drewniane pomosty mocowane do kleszczy wiązarów głównych.

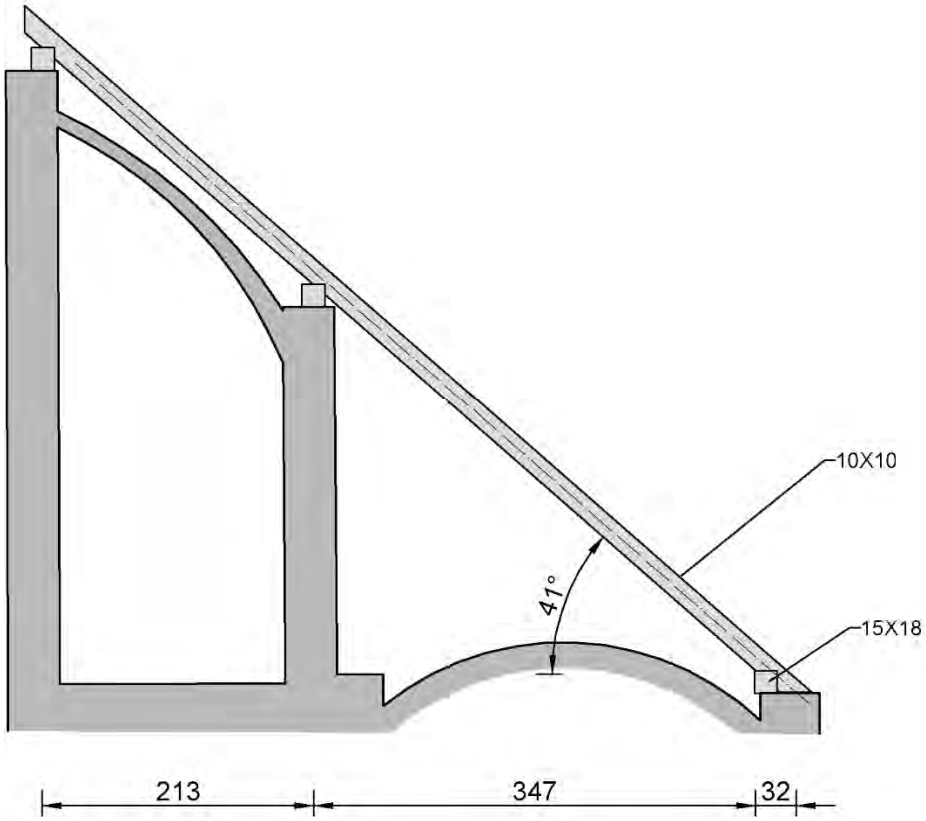
Na rys. 19÷27 pokazano przykładowe fotografie więźby, a na tys. 28÷31 fotografie dachów z drona.



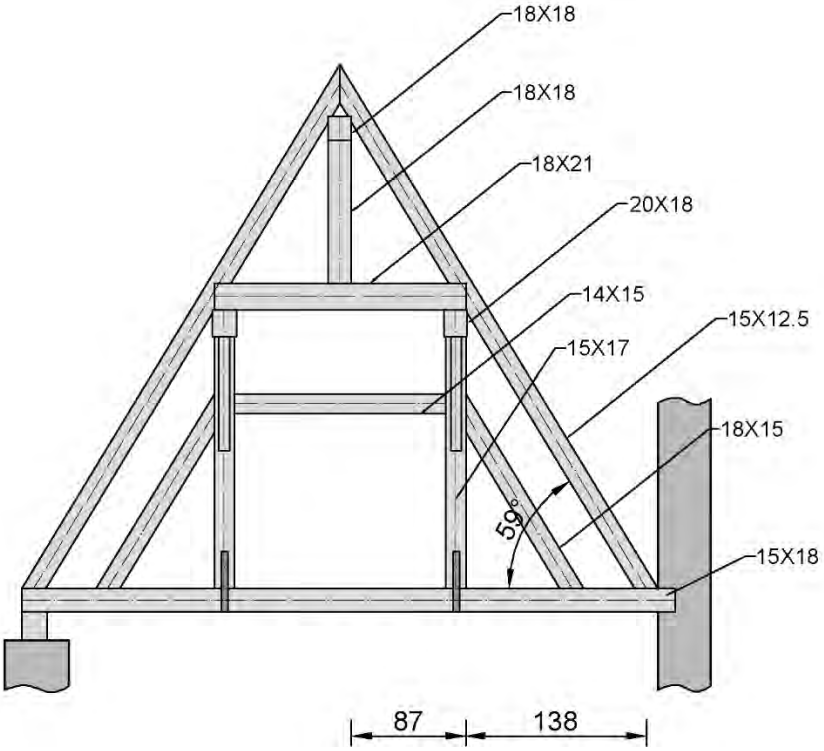
Rys. 14. Rzut więźby dachowej nad nawami bocznymi. Dach niższy



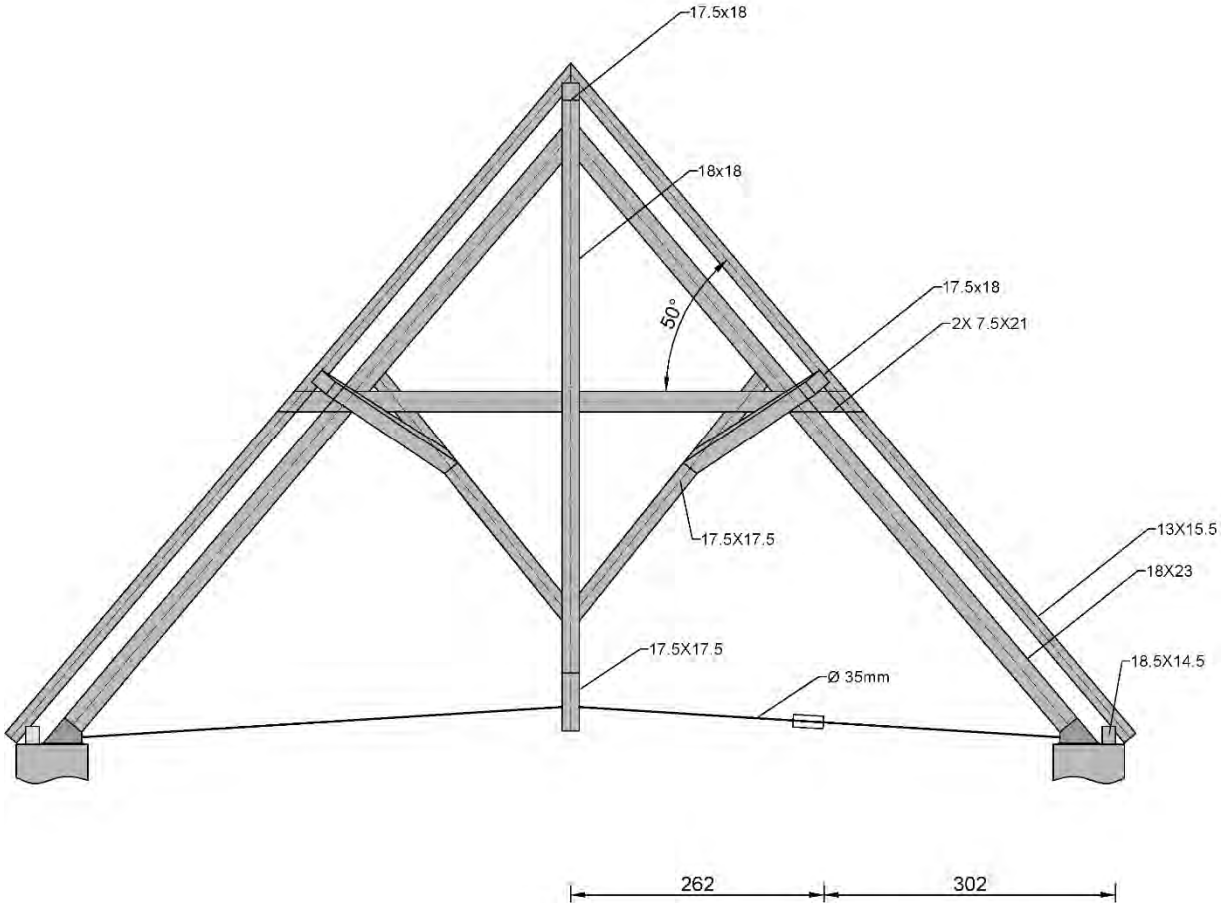
Rys. 15. Rzut więźby dachowej nad nawą główną, prezbiterium i transeptem. Dach wyższy



Rys. 16. Przekrój A-A, dach pulpitowy



Rys. 17. Przekrój B-B, wieszarowy dach niższy



Rys. 18. Przekrój C-C, wiązar główny więźby wieszarowej

Rys. 19. Dach pulpitowy nad nawą boczną

Rys. 20. Wymieniona konstrukcja kosza dachu pulpitowego nad północno-zachodnią nawą boczną

Rys. 21. Więźba wieszarowa dachu niższego

Rys. 22. Więźba wieszarowa dachu niższego. Połączenie wieszaka z belką wiązarową

Rys. 23. Dach nad nawą główną. Więźba wieszarowa, wiązar pełny ze ściągiem stalowym i widoczną kładką drewnianą

Rys. 24. Dach nad nawą główną. Więźba wieszarowa, wiązar pełny ze ściągiem stalowym i widoczną kładką drewnianą

Rys. 25. Dach nad nawą główną. Połączenie stalowego ściągu z elementami drewnianymi

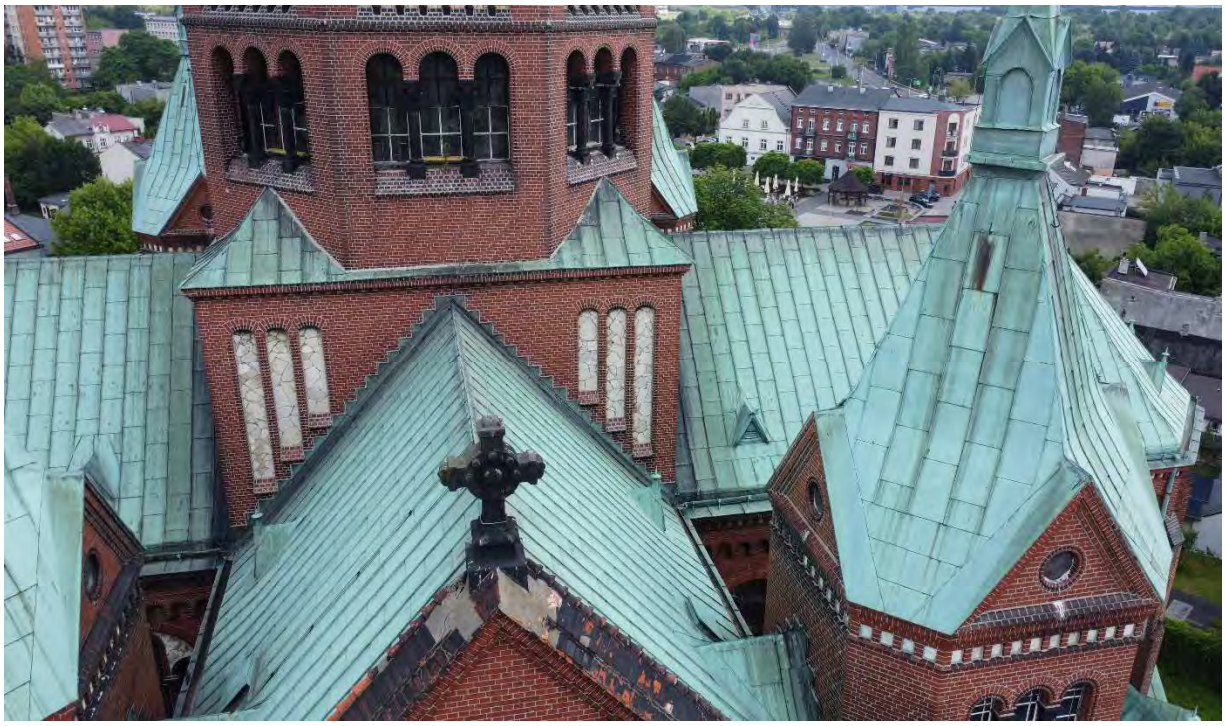
Rys. 26. Dach nad prezbiterium. Połączenie stalowych ściągów z elementami drewnianymi

Rys. 27. Dach wieży

Rys. 28. Fotografia dachów z drona

Rys. 29. Fotografia dachów z drona

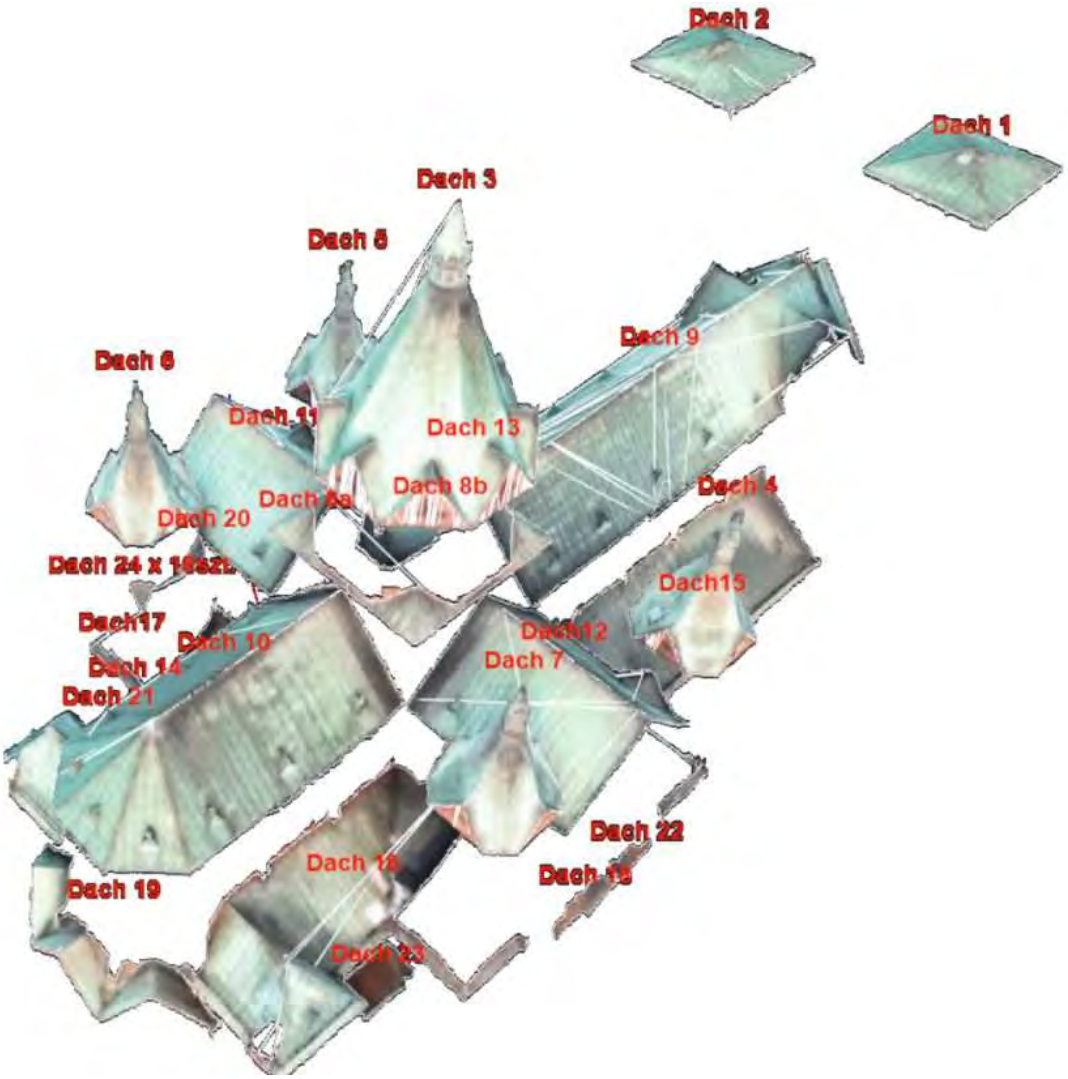
Rys. 30. Fotografia dachów z drona



Rys. 31. Fotografia dachów z drona

5. INWENTARYZACJA POŁACI DACHOWEJ

Połacie dachowe zostały zinwentaryzowane dzięki wykorzystaniu metody fotogrametrycznej [1.4]. Pozwoliło to na określenie powierzchni poszczególnych połaci. W sumie zidentyfikowano 24 dachy, których całkowita powierzchnia wyniosła 3471,53 m² (rys. 32). Widok przeskanowanego obszaru pokazano na rys. 33, przykładowy wynik pomiaru na rys. 34, z kolei przykładowe przekroje kościoła z wykorzystaniem opisywanej metody pokazano na rys. 35 i rys. 36.



Rys. 32. Identyfikacja i oznaczenie poszczególnych dachów

Rys. 33. Przeskanowany obszar dachu [1.4]

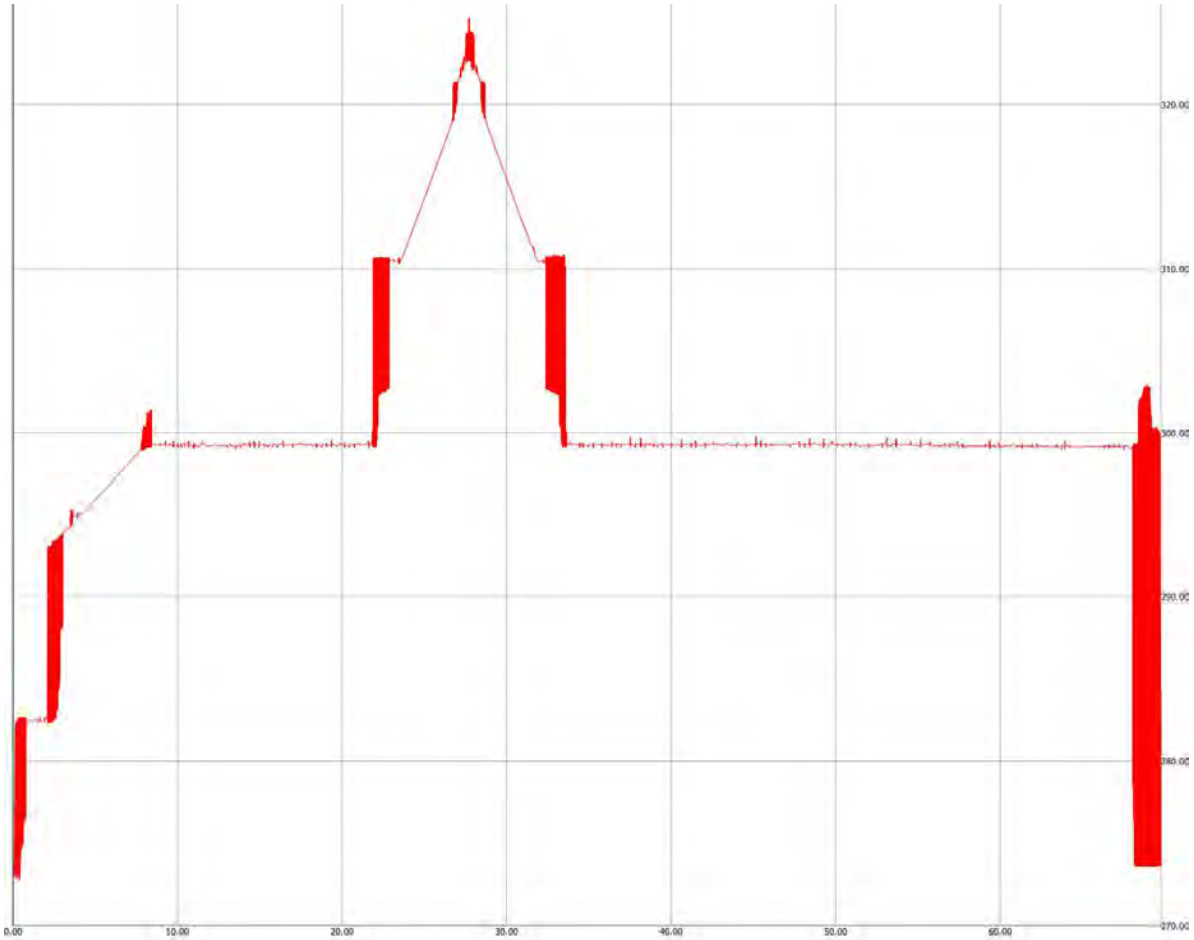
Powierzchnia 2D: 72.10 ²

Powierzchnia 3D: 82.23m²

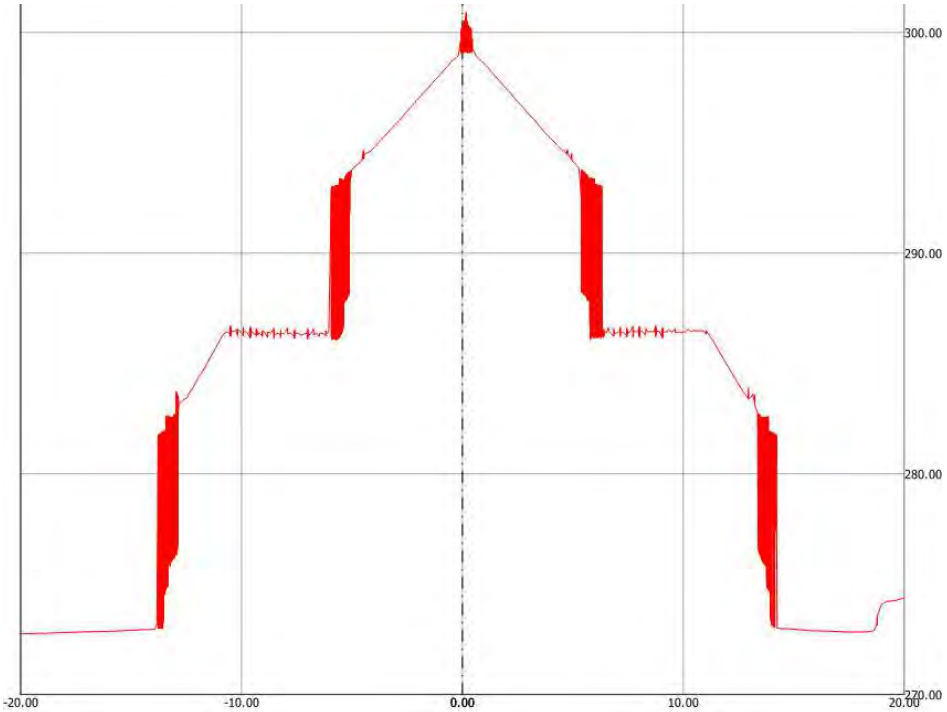
Najniższy punkt: 312.89m

Najwyższy punkt: 314.94m

Rys. 34. Pomiar dachu numer 1 [1.4]



Rys. 35. Przekrój podłużny kościoła [1.4]



Rys. 36. Przekrój przez rotundę z kopułą [1.4]

6. WIZJE LOKALNE I OBSERWOWANE USZKODZENIA

W ramach ekspertyzy w czasie kilku wizji lokalnych przeprowadzono szczegółowe oględziny obiektu pozwalające na identyfikację pewnych nieprawidłowości dotyczących konstrukcji przedmiotowego kościoła. Makroskopową ocenę stanu technicznego wykonywano zarówno od wewnątrz jak i od zewnątrz budynku. Każdy zaobserwowany problem poparto odpowiednią dokumentacją fotograficzną. Identyfikacje uszkodzeń podzielono na te, które dotyczą przedmiotowej więźby (tematyka ekspertyzy) jak również inne uszkodzenia (budynku kościoła).

6.1 NIEPRAWIDŁOWOŚCI DOTYCZĄCE WIĘŹBY DACHOWEJ

Ogólny stan techniczny po dokonaniu oględzin ocenia się jako dobry. Nie obserwuje się poważnych uszkodzeń elementów konstrukcyjnych czy połączeń. Do nieprawidłowości można jednak zaliczyć:

- zalegające w przestrzeni odchody ptaków, które mają agresywny skład chemiczny i mają negatywny wpływ na stan techniczny konstrukcji więźby – rys. 37÷39. W przestrzeni strychu nad transeptami bytują gołębie,
- zalegające w przestrzeni strychowej na sklepieniach zanieczyszczenia, w tym szkło – rys. 40÷42,
- szczeliny w deskowaniu pełnym, w niektórych miejscach sięgające aż kilku centymetrów – rys. 43 i rys. 44,
- lokalne ubytki deskowaniu – rys. 45 i rys. 46,
- pęknięcia podłużne elementów konstrukcyjnych (obserwowane uszkodzenia nie zagrażają jednak bezpieczeństwu użytkowania konstrukcji – rys. 47÷50,
- zacieki i ślady zużycia technicznego poszycia dachowego. Zacieki na elementach więźby. Lokalnie w dwóch miejscach stwierdzono zagrzybienie – rys. 51÷55,
- uszkodzenia i nieszczelności pokrycia dachowego – rys. 56÷63.

Rys. 37. Zalegające w przestrzeni strychowej odchody ptaków

Rys. 38. Ślady aktywności gołębi w przestrzeni strychowej

Rys. 39. Ślady aktywności gołębi w przestrzeni strychowej

Rys. 40. Zalegające w przestrzeni strychowej zanieczyszczenia

Rys. 41. Zalegające w przestrzeni strychowej zanieczyszczenia

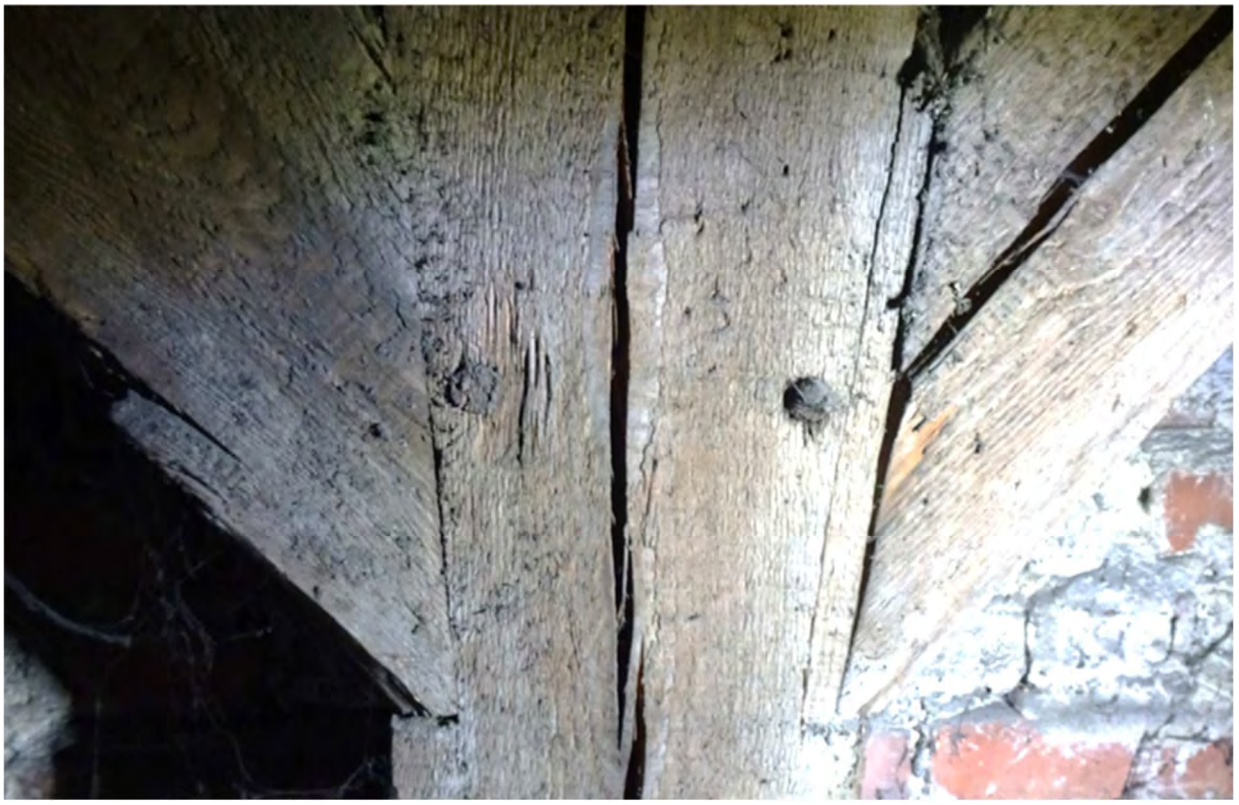
Rys. 42. Zalegające w przestrzeni strychowej zanieczyszczenia (szkło)

Rys. 43. Szczeliny w deskowaniu pełnym

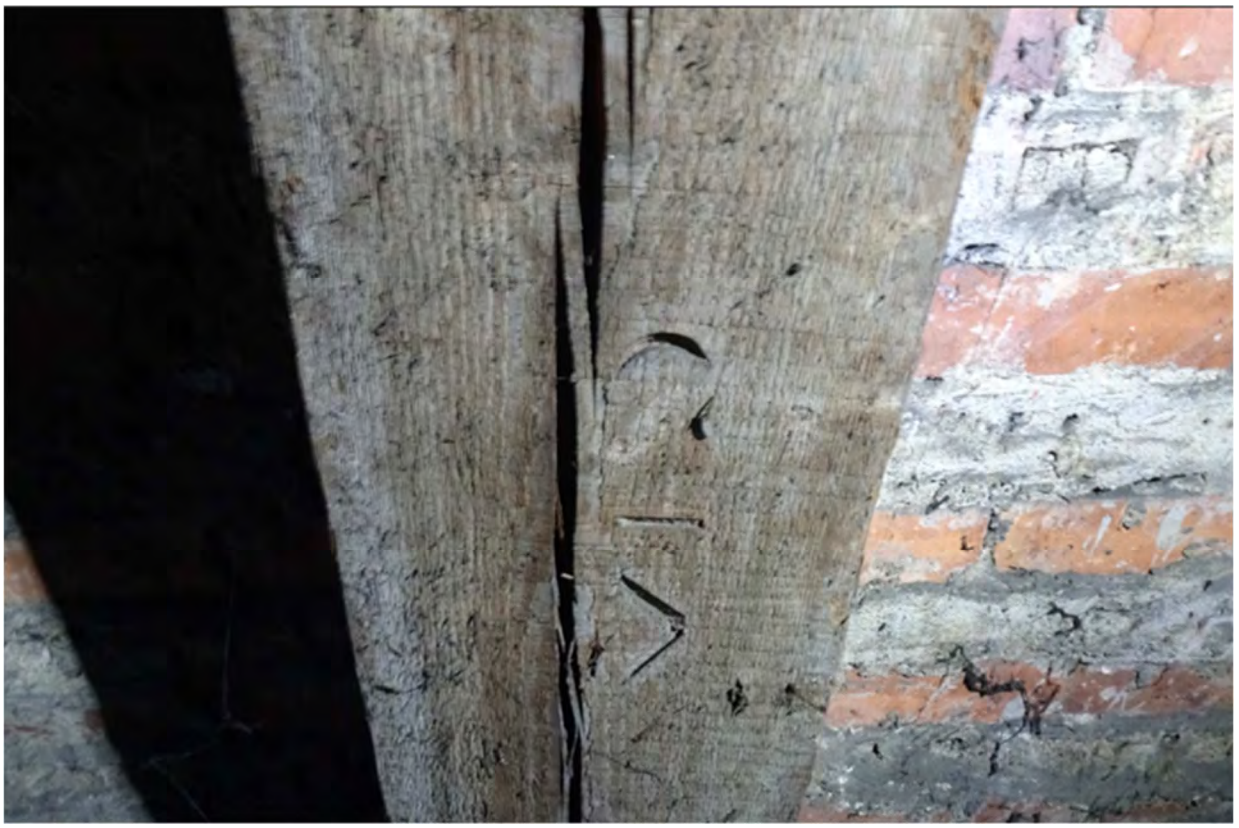
Rys. 44. Szczeliny w deskowaniu pełnym

Rys. 45. Wybrakowanego deskowanie

Rys. 46. Wybrakowane deskowanie



Rys. 47. Pęknięcia podłużne elementów konstrukcyjnych



Rys. 48. Pęknięcia podłużne elementów konstrukcyjnych

Rys. 49. Pęknięcia podłużne elementów konstrukcyjnych

Rys. 50. Pęknięcia podłużne elementów konstrukcyjnych

Rys. 51. Ślady zawilgocenia drewna (zacieki i przebarwienia)

Rys. 52. Ślady zawilgocenia drewna (zacieki i zagrzybienia)

Rys. 53. Ślady zawilgocenia drewna (zacieki i zagrzybienia)

Rys. 54. Ślady zawilgocenia drewna (zacieki i zagrzybienia)

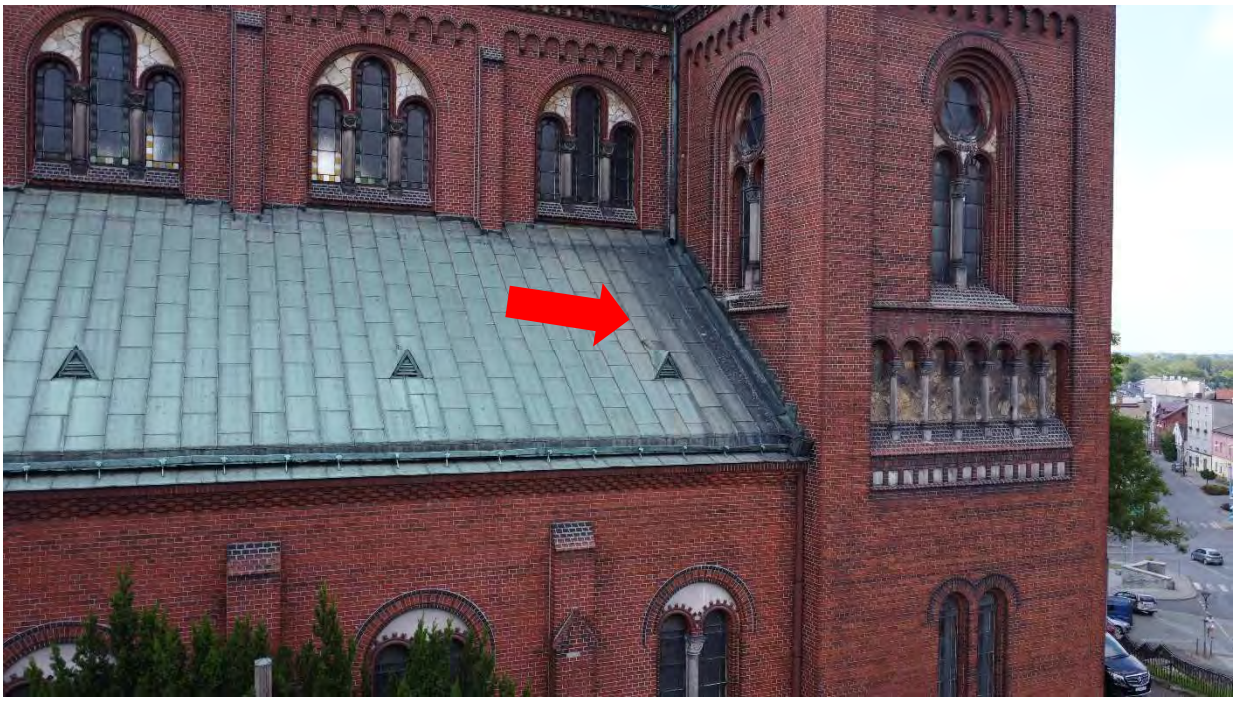
Rys. 55. Ślady zawilgocenia drewna (zacieki i zagrzybienia)

Rys. 56. Ślady zużycia technicznego pokrycia w miejscu wybrakowanego deskowania

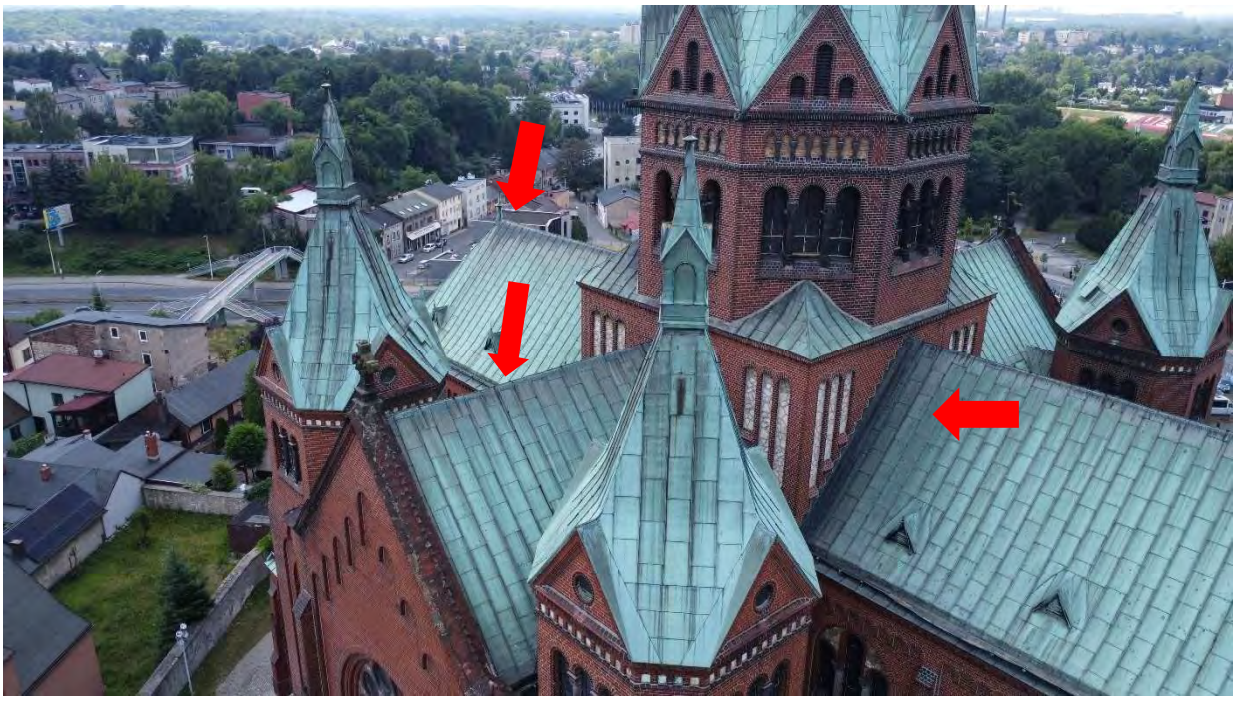
Rys. 57. Zacieki i ślady zużycia technicznego pokrycia

Rys. 58. Zacieki i ślady zużycia technicznego pokrycia

Rys. 59. Zacieki i ślady zużycia technicznego pokrycia



Rys. 60. Zacieki i ślady zużycia technicznego pokrycia



Rys. 61. Zacieki i ślady zużycia technicznego pokrycia

Rys. 62. Widok stanu technicznego poszycia

Rys. 63. Widok stanu technicznego poszycia

6.2 NIEPRAWIDŁOWOŚCI DOTYCZĄCE BUDYNKU KOŚCIOŁA

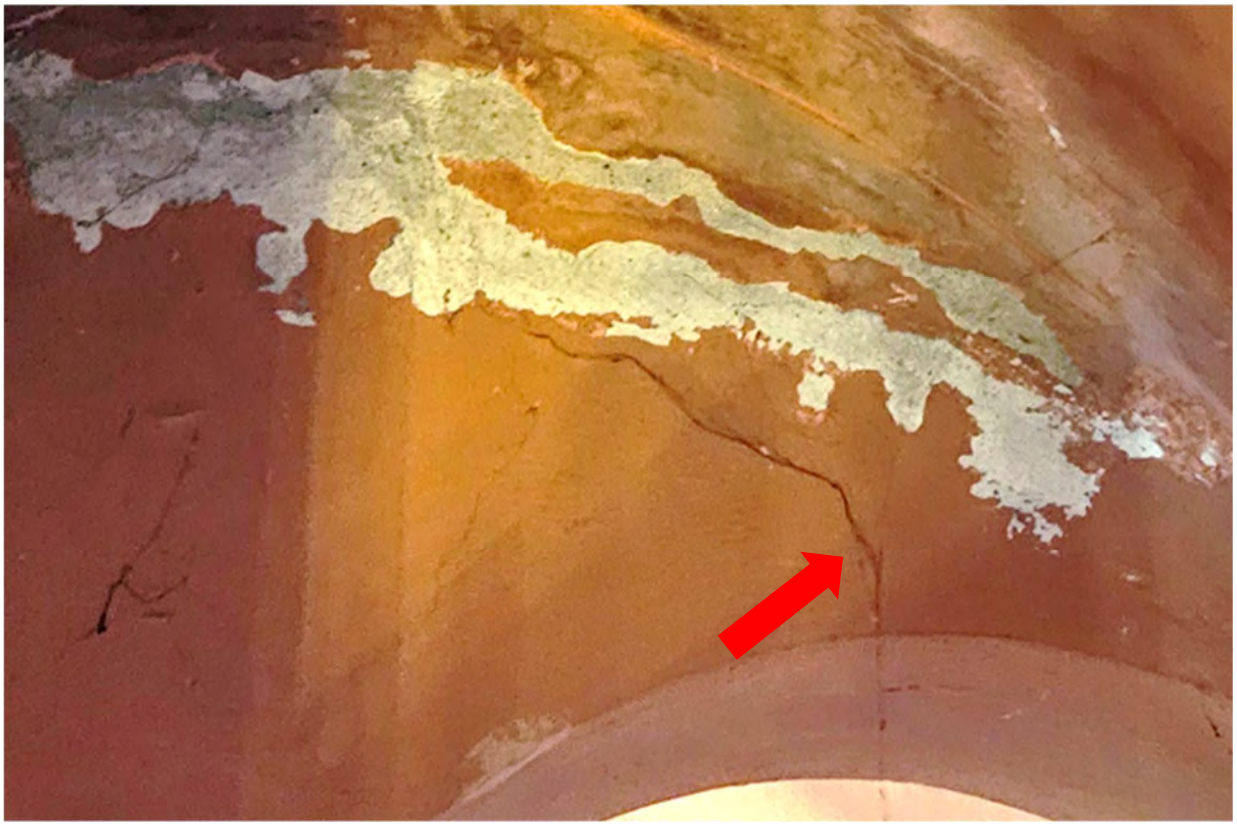
Do nieprawidłowości dotyczących budynku kościoła można zaliczyć m.in.:

- odspojone tynki w obrębie żebra sklepienia – rys. 64,
- zarysowania ścian – rys. 65,
- zarysowania przejść łukowych na chórze – rys. 66,
- uszkodzenia muru przyziemia kościoła: elementów murowych i zaprawy– rys. 67÷69,
- ślady zawilgocenia ścian od zewnątrz – rys. 70,
- ślady zawilgocenia ścian od wewnątrz (rys. 71) i sklepień (rys. 72), będące wynikiem nieszczelności pokrycia dachu
- Nieodpowiednie wtórne spoinowanie – rys. 73,
- potencjalnie nieszczelne okna wymagające renowacji – rys. 74.

Wspomniane wyżej problemy są w niniejszej ekspertyzie wyłącznie zasygnalizowane. Przedmiotem opracowania nie jest bowiem ustalenie stanu technicznego całego budynku kościoła, a wyłączenie konstrukcji i poszycia dachu.

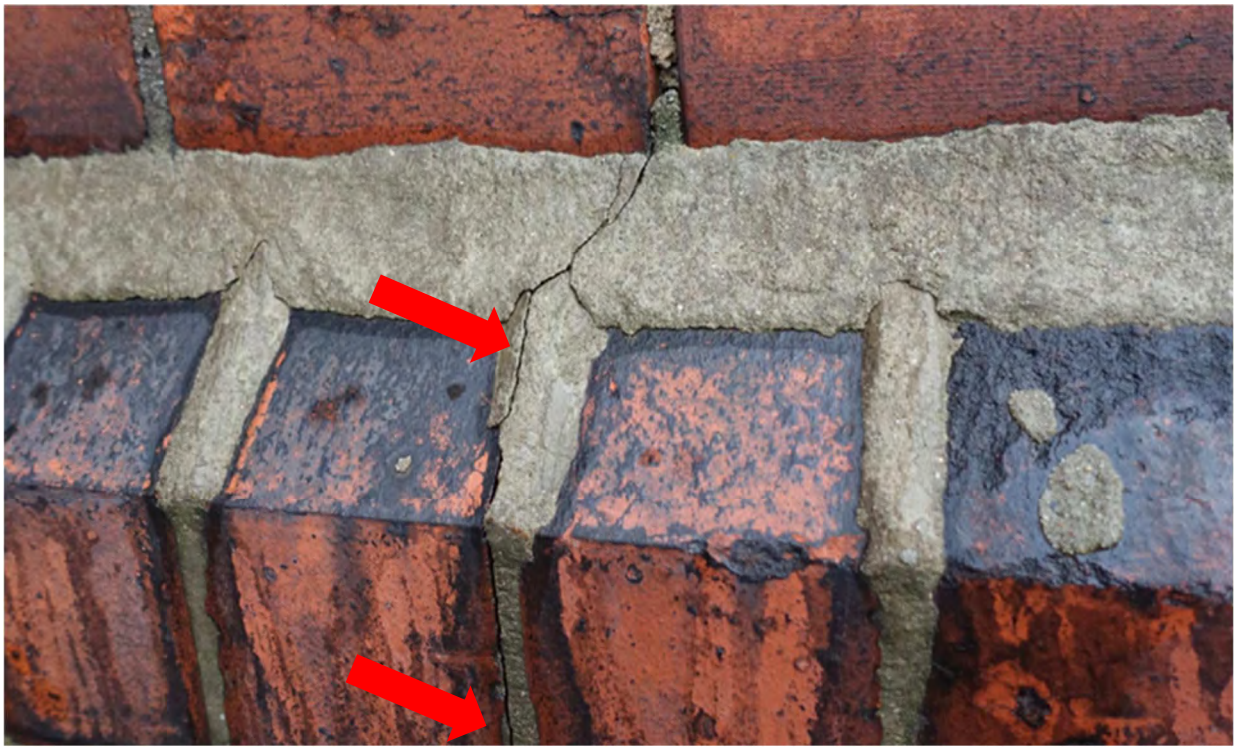
Rys. 64. Odspojone tynki w obrębie żebra sklepienia

Rys. 65. Zarysowania ściany



Rys. 66. Zarysowania nad przejściem na chórze

Rys. 67. Uszkodzenia elementów murowych



Rys. 68. Uszkodzenia zaprawy

Rys. 69. Odspojone wtórne spoiny wsporne i czołowe

Rys. 70. Ślady zawilgocenia i wykwity na ścianie od zewnątrz

Rys. 71. Ślady zawilgocenia i odspojony tynk na ścianie od wewnątrz

Rys. 72. Ślady zawilgocenia ścian sklepień kościoła

Rys. 73. Nieodpowiednie wtórne spoinowanie

Rys. 74. Zły stan techniczny okien

7. WYNIKI BADAŃ

W celu uzupełnienia wizji lokalnych i do prawidłowego ustalenia stanu technicznego więźby, w tym jej parametrów mechanicznych wykonano następujące badania:

- nieniszczące badania elementów więźby młotkiem do drewna,
- nieniszczące ultradźwiękowe badania elementów więźby,
- badania wilgotności drewna,
- badania podczerwienią,
- wizualną ocenę gatunku drewna konstrukcyjnego.

Szczegółowy opis procedur badawczych oraz uzyskane wyniki badań zamieszczono w Załączniku nr 1. Poniżej przedstawiono wyłącznie najważniejsze wnioski wynikające z wykonanych badań.

7.1. NIENISZCZĄCE BADANIA WIĘŹBY MŁOTKIEM DO DREWNA I URZĄDZENIAMI ULTRADŹWIĘKOWYMI

Przeprowadzono badania nieniszczące wytrzymałości drewna. W badaniach wykorzystano młotek Schmidta do drewna firmy DRC o numerze 19C0085M. Badanie polega na wbiciu do drewna igły o średnicy 2,5 mm i długości 50 mm. Po pięciokrotnym uderzeniu młotkiem zostaje zmierzone zagłębienie igły i na tej podstawie wzorów określa się parametry wytrzymałościowe drewna. Widok urządzenia pokazano na rys. 75.

a) b)

Rys. 75. Młotek do drewna: a) widok urządzenia, b) przykładowy pomiar

Przeprowadzono ponadto nieniszczące ultradźwiękowe badania elementów więźby. Do badań wykorzystano urządzenie UK1401 Surfer firmy Acoustic Control Systems – Solutions GmbH (rys. 76a) oraz urządzenie UK1410 Pulsar firmy Acoustic Control Systems – Solutions GmbH (rys. 76b). Badanie polega na pomiarze czasu przejścia poprzecznej fali ultradźwiękowej przez drewno. Urządzenia rejestrują czas przejścia fali ultradźwiękowej i automatycznie obliczają prędkość fali ultradźwiękowej.

a) b)

Rys. 76. Badania ultradźwiękowe więźby dachowej: a) urządzenie UK1401 Surfer, b) urządzenie UK1410 Pulsar

Na podstawie wyników badań nieniszczących zgodnie z PN-EN 384+A2:2022-11 określono wytrzymałość charakterystyczną drewna. Uzyskano następujące wytrzymałości charakterystyczne drewna na zginanie:

- Więźba dolna $f_{m,k}$ = 23,7 MPa,
- Więźba górna $f_{m,k}$ = 23,4 MPa.

Na podstawie uzyskanych charakterystycznych wytrzymałości na zginanie analizowanym obszarom więźby przyporządkowano zgodnie z PN-EN 338:2016-06 następujące klasy drewna:

- więźba dolna – klasa drewna C22,
- więźba plebanii – klasa drewna C22.

7.2. BADANIA WILGOTNOŚCI

W ramach ekspertyzy wykonano punktowe badania wilgotności drewna urządzeniem T510 firmy Trotec (rys. 77a). Pomiar wilgotności z zastosowaniem zjawiska opornościowego polega na wytworzeniu przez urządzenie prądu i jego wprowadzenie do mierzonego materiału za

pomocą elektrod. Oporność elektryczna mierzonego materiału jest zależna od zawartości wody i zmniejsza się wraz ze wzrostem wilgotności. Wysoka oporność oznacza zatem niski poziom wilgotności. Wilgotnościomierz T510 zaopatrzony jest w dwie sondy, które wbija się w materiał (pomiar wgłębny). Przykładowy wynik pomiaru przedstawiono na rys. 75b.

a)

b)

Rys. 77. Badania wilgotnościowe więźby dachowej: a) wilgotnościomierz T510 firmy Trotec, b) przykładowy wynik pomiaru

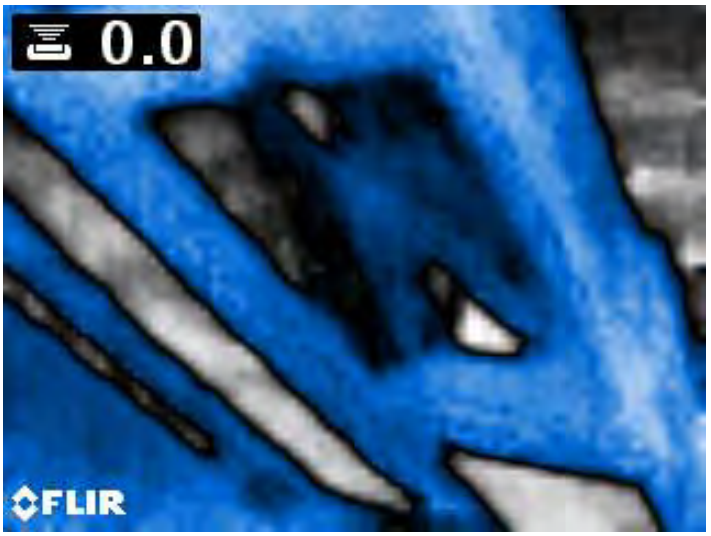
Elementy drewniane znajdujące się w nieogrzewanych pomieszczeniach zamkniętych powinny cechować się wilgotnością równowagową 12%±3%. Taki właśnie wynik uzyskano w badanych elementach przedmiotowej więźby. Przyjmuje się, że przy wilgotności <20% nie występuje zagrzybienie drewna. W badaniach zawsze uzyskiwano wilgotność < 20% (najwięcej 12,8%), a podczas wizji nie stwierdzono zbyt wielu śladów zagrzybień.

7.3. BADANIA PODCZERWIENIĄ

Badanie ewentualnych miejsc przecieków dachu wykonano urządzeniem MR 160 firmy Flir (rys. 78a). Zastosowano w nim technologię pomiaru wspomaganego podczerwienią (Infrared Guided Measurement – IGM), która pozwala szybko skanować i wskazywać problemy związane z wilgocią.

Wykonane badania wykazały występowanie lokalnych nieszczelności w pokryciu dachu. Przecieki koncentrowały się w okolicach otworów okiennych, namurnic i krokwi narożnych. Przykładowy wynik pomiaru dla więźby dolnej pokazano na rys. 78b. Miejsca zwilgoceń są widoczne jako jasno niebieskie plamy.

a) b)



Rys. 78. Badania podczerwienią więźby dachowej: a) urządzenie Flir MR 160, b) przykładowy wynik pomiaru dla więźby dolnej

7.4. OCENA GATUNKU DREWNA

Na podstawie oględzin stwierdzono, że więźbę dachową wykonano głównie z drewna sosnowego, a lokalnie zabudowano również elementy z drewna świerkowego.

8. OBLICZENIA STATYCZNO-WYTRZYMAŁOŚCIOWE

W ramach ekspertyzy wykonano obliczenia statyczno-wytrzymałościowe, których celem była weryfikacja nośności konstrukcji i wskazanie ewentualnych elementów wymagających wzmocnienia. Obliczenia prowadzono dla stanu istniejącego. Modelem obliczeniowym konstrukcji więźby były płaskie modele prętowe reprezentujące każdy typ więźby. Obliczenia wykonano z wykorzystaniem programów z pakietu Specbud 14. Poniżej zaprezentowano wyłącznie wnioski z przeprowadzonych analiz, a szczegółowe rezultaty obliczeń zawarto w Załączniku nr 2 do niniejszej ekspertyzy.

Na podstawie przeprowadzonych obliczeń można stwierdzić, że nośność (I stan graniczny) i ugięcia (II stan graniczny) są w zdecydowanej większości elementów więźby spełnione. Lokalnie uzyskano następujące przekroczenia stanów granicznych:

- **dach pulpitowy,**
  - krokiew, przekroczenie warunku stateczności o 7% (wytężenie 107,2%),
- dach wieszarowy nad nawą, prezbiterium i transeptem,
  - słup, przekroczenie warunku stateczności o 0,9% (wytężenie 100,9%),
  - wieszar, przekroczenie warunku na zginanie z rozciąganiem osiowym o 10% (wytężenie 110,1%),

Zgodnie z zasadami wykonywania ekspertyz zebranymi w publikacji pod redakcją prof. Leonarda Runkiewicza „Diagnostyka obiektów budowlanych. Zasady wykonywania ekspertyz" analizę bezpieczeństwa konstrukcji (łącznie z jej rozbiórką) określa się zgodnie z normami przedmiotowymi na podstawie obliczeń, przy wariantowym przyjęciu schematów statycznych. „*Przy szacunkowym charakterze badań, analiz i ocen poziom bezpieczeństwa jest wystarczający, gdy – w zależności od charakteru konstrukcji – jest o 10% większy od wartości wymaganych odpowiednimi przepisami lub normami…. Jeżeli szacowane bezpieczeństwo jest niewystarczające…. Należy też przeprowadzić dokładniejsze analizy elementów i całych konstrukcji*."

Zwraca się ponadto uwagę, że zależności między wynikiem badań nieniszczących, a wytrzymałością na zginanie drewna przyjęto jako dolną obwiednię wyników badań. Zapewne

rzeczywista wytrzymałość drewna jest większa. Dlatego stwierdza się, że analizowane elementy konstrukcyjne mogą zostać dopuszczone do dalszego użytkowania bez konieczności ich wzmocnienia pod warunkiem, że wymiana pokrycia dachowego nie spowoduje zwiększenia obciążeń.

9. STAN TECHNICZNY I WYTYCZNE DO PRAC NAPRAWCZYCH

Na podstawie oględzin konstrukcji i badań stwierdza się, że ogólny stan techniczny więźby jest dobry, natomiast stan pokrycia dachu jest lokalnie zły – występują przecieki do wnętrza obiektu. Badania wilgotnościowe wskazują, że wilgotność elementów konstrukcyjnych jest prawidłowa i nie przekracza 20%. Intensyfikacja procesów korozyjnych może być uwarunkowana lokalnymi nieszczelnościami pokrycia dachowego w okolicach namurnic, krokwi narożnych i w obrębie otworów okiennych (jak wykazano w badaniach).

Ze względu na ślady zużycia technicznego poszycia kościoła zaleca się:

- wymianę pokrycia dachowego,
- uzupełnienie brakujących elementów deskowania pełnego lub całkowitą wymianę deskowania (należy pamiętać, że deski stanowią usztywnienie elementów konstrukcyjnych – tarczę – w związku z tym ich wymiana powinna odbywać się stopniowo, a prace powinny być realizowane przez doświadczonego wykonawcę),
- wymianę poszycia dachowego należy prowadzić etapowo. W pierwszym etapie należy wymienić pokrycie wież i rotundy oraz strefy największych uszkodzeń na dachu pulpitowym,
- impregnację wszystkich elementów więźby środkami zapobiegającymi korozji biologicznej, przeciw owadom i szkodnikom oraz środkami ognioochronnymi (np. Induline SW-900 IT + Brandschutz firmy Remmers).

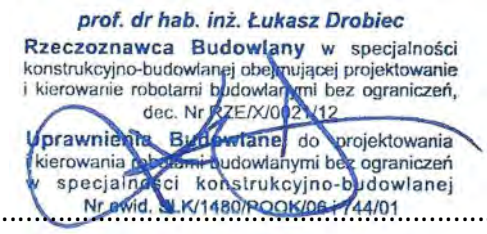
10. WNIOSKI

Na podstawie przeprowadzonych oględzin, badań, obliczeń statyczno-wytrzymałościowych i analiz zabytkowego budynku kościoła św. Stanisława Biskupa i Męczennika w Czeladzi, stwierdza się, że:

- kościół parafialny pod wezwaniem św. Stanisława Biskupa Męczennika w Czeladzi wzniesiono został w latach 1904-1913 według projektu architekta Hugona Kubery z Warszawy,
- budynek kościoła jest wpisany do rejestru zabytków nieruchomych województwa śląskiego,
- w czasie kilku wizji lokalnych przeprowadzono makroskopową ocenę stanu technicznego konstrukcji drewnianej więźby dachowej i stwierdzono występowanie pewnych nieprawidłowości, które wskazano w punkcie 6 ekspertyzy,
- na podstawie wyników badań i obliczeń dokonano oceny wytrzymałości drewna i jego klasyfikacji do klas wytrzymałości (punkt 7.2 ekspertyzy),
- badania wilgotnościowe wskazały, że wilgotność elementów konstrukcyjnych jest prawidłowa i nie przekracza 20%,
- wykonane badania podczerwienią wykazały występowanie lokalnych nieszczelności w pokryciu dachu,
- przecieki koncentrowały się w okolicach otworów okiennych, namurnic i krokwi narożnych,
- na podstawie obliczeń statyczno-wytrzymałościowych stwierdzono, że elementy konstrukcyjne spełniają warunki Stanów Granicznych (z nielicznymi wyjątkami), szczegółowe informacje zawarto w Załączniku nr 2 do niniejszej ekspertyzy i w punkcie 8 ekspertyzy,
- ogólny stan techniczny więźby ocenia się jako dobry – należy jednak przeprowadzić prace naprawcze i konserwacyjne mające na celu zachowanie konstrukcji więźby; w tym celu zaleca się wymianę pokrycia dachowego i impregnację elementów drewnianych.

Prace te wymagają opracowania projektu i uzyskania pozwolenia konserwatorskiego oraz pozwolenia na budowę.

- Wytyczne do projektu podano w punkcie 9 ekspertyzy.



.....

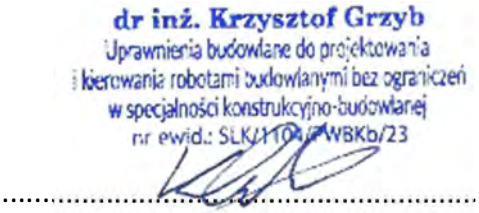
prof. dr hab. inż. Łukasz Drobiec

Rzeczoznawca Budowlany
w specjalności konstrukcyjno-budowlanej obejmującej projektowanie i kierowanie robotami budowlanymi bez ograniczeń, dec. Nr RZE/X/0021/12
Uprawnienia budowlane
do projektowania i kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń w specjalności konstrukcyjno-budowlanej
Nr ewid. **SLK/1480/POOK/06 i 744/01**
Członek Śląskiej Izby Inżynierów Budownictwa o nr ewid. **SLK/BO/0384/03** – posiada wymagane ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej do 31.07.2024 r.

.....

mgr inż. Joanna Drobiec

Ukończyła kurs brakarski wytrzymałościowego sortowania tarcicy konstrukcyjnej metodą wizualną. Certyfikat nr **KBT/04/04/2024.**



.....

dr inż. Krzysztof Grzyb

Uprawnienia budowlane
do projektowania i kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń w specjalności konstrukcyjno-budowlanej
Nr ewid. **SLK/1104/PWBKb/23**
Członek Śląskiej Izby Inżynierów Budownictwa o nr ewid. **SLK/BO/3067/23** – posiada wymagane ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej do 31.12.2024 r.

.....

inż. arch. Kacper Drobiec

UPRAWNIENIA AUTORÓW EKSPERTYZY

POLSKA
IZBA
INŻYNIERÓW
BUDOWNICTWA

Krajowa Komisja Kwalifikacyjna
KK-0056-0021/12

Warszawa, dnia 2 sierpnia 2012 r.

DECYZJA Nr RZE/X/ 0021/12

Na podstawie art. 36 ust.1 pkt. 3 ustawy z 15 grudnia 2000 r. o samorządach zawodowych architektów, inżynierów budownictwa oraz urbanistów (Dz. U. z 2001 r. Nr 5, poz.42 z późn. zm.) w związku z art. 15 ust. 1 i 2 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (t. j. Dz. U. z 2010 r. Nr 243, poz. 1623), po rozpatrzeniu wniosku Pana dr inż. Łukasza Drobiec z dnia 2 lutego 2012 r. . oraz dokumentów stwierdzających wymagane wykształcenie, praktykę zawodową i uprawnienia budowlane z dnia 28 grudnia 2001 r. Nr ewid. APR.II.4/AZ/7132/744/01 (decyzja nr 744/01), z dnia 14 grudnia 2006 r. Nr ewid. SLK/1480/POOK/06, a także znaczący dorobek praktyczny w zakresie objętym rzeczoznawstwem

Krajowa Komisja Kwalifikacyjna Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa
nadaje

Panu Łukaszowi Drobiec
ur. dnia 9 października 1972 r. w Tychach

doktorowi inżynierowi budownictwa

tytuł

RZECZOZNAWCY BUDOWLANEGO

w specjalności konstrukcyjno – budowlanej obejmującej projektowanie i kierowanie robotami budowlanymi bez ograniczeń.

Pan dr inż. Łukasz Drobiec może wykonywać funkcję rzeczoznawcy budowlanego na terenie całego kraju w wyżej wymienionym zakresie.

Uzasadnienie

Krajowa Komisja Kwalifikacyjna Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa na podstawie złożonych dokumentów i przeprowadzonego postępowania kwalifikacyjnego ustaliła, że Pan dr inż. Łukasz Drobiec spełnia wymagania określone w art. 15 ust. 1 ustawy z 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (t. j. Dz. U. z 2010 r. Nr 243, poz. 1623). W związku z powyższym Krajowa Komisja Kwalifikacyjna orzekła jak w sentencji.

■

Pouczenie:

Od niniejszej decyzji przysługuje wniosek o ponowne rozpatrzenie sprawy do Krajowej Komisji Kwalifikacyjnej Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa, 00-048 Warszawa, ul. Mazowiecka 6/8, w terminie 14 dni od daty otrzymania decyzji.

POLSKA IZBA INŻYNIERÓW BUDOWNICTWA

Skład Orzekający
Krajowej Komisji Kwalifikacyjnej:

Dr inż. Marian Płachecki .....
Przewodniczący Krajowej Komisji Kwalifikacyjnej

Mgr inż. Szczepan Mikurenda .....

Mgr inż. Renata Staszak .....

Otrzymują:
1. Pan Łukasz Drobiec, ul. Kraszewskiego 4, 41-400 Mysłowice
2. Śląska Okręgowa Komisja Kwalifikacyjna
3. Główny Inspektor Nadzoru Budowlanego
4. a/a

00-048 Warszawa, ul. Mazowiecka 6/8, tel. +48 22 828-31-89, fax +48 22 827-07-51, www.piib.org.pl, e-mail: biuro@piib.org.pl

GŁÓWNY INSPEKTOR
NADZORU BUDOWLANEGO

Warszawa, 2012-10-01

DSW/ORZ/601/5842/12
AMR

DECYZJA

Na podstawie art. 15 ust. 4 i art. 88a ust. 1 pkt 3 lit. b ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (Dz. U. z 2010 r. Nr 243, poz. 1623, z późn zm.) oraz art. 104 ustawy z dnia 14 czerwca 1960 r. Kodeks postępowania administracyjnego (Dz. U. z 2000 r. Nr 98, poz.1071, z późn. zm.),

ŁUKASZ DROBIEC
doktor inżynier budownictwa
ustanowiony na mocy decyzji
wydanej przez Krajową Komisję Kwalifikacyjną Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa
w dniu 2.08.2012 r., Nr RZE/X/0021/12 , znak sprawy: KK-0056-0021/12
Rzeczoznawcą Budowlanym
w specjalności konstrukcyjno-budowlanej
obejmującej projektowanie i kierowanie robotami budowlanymi
bez ograniczeń

został wpisany
DO CENTRALNEGO REJESTRU RZECZOZNAWCÓW BUDOWLANYCH
pod pozycją 27/12/R/C

Decyzja niniejsza jako uwzględniająca w całości żądanie strony, zgodnie z art. 107 § 4 Kpa, nie wymaga uzasadnienia.

Strona może wystąpić na podstawie art.127 § 3 Kpa z wnioskiem o ponowne rozpatrzenie sprawy w terminie 14 dni od daty doręczenia decyzji.

Ostateczna decyzja o wpisie do centralnego rejestru, o którym mowa w art. 88a ust 1 pkt 3 lit. b, stanowi podstawę do podjęcia czynności rzeczoznawcy budowlanego. Ponadto z uwagi, iż niniejsza decyzja uwzględnia w całości żądanie strony, na podstawie art. 130 § 4 Kpa, podlega wykonaniu przed upływem terminu do wystąpienia strony z wnioskiem o ponowne rozpatrzenie sprawy.

GŁÓWNY INSPEKTOR NADZORU BUDOWLANEGO

z upoważnienia
GŁÓWNEGO INSPEKTORA NADZORU BUDOWLANEGO
ZASTĘPCA DYREKTORA DEPARTAMENTU SKARG I WNIOSKÓW
Tomasz Osiecki

Otrzymują:
1. Pan Łukasz Drobiec
   ul. Kraszewskiego 4
   41-400 Mysłowice
2. Polska Izba IB
3. aa

ŚLĄSKA OKRĘGOWA IZBA INŻYNIERÓW BUDOWNICTWA

SLK/OKK/7131/1480/06

Katowice, dnia 14 grudnia 2006 r.

DECYZJA

Na podstawie art. 24 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 15 grudnia 2000 r. o samorządach zawodowych architektów, inżynierów budownictwa oraz urbanistów (Dz.U. z 2001 r. Nr 5, poz. 42 z późn. zm.), art. 13 ust. 1 pkt. 1 i 2 i ust. 2, art. 14 ust. 1 pkt. 2 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (Dz.U. z 2003 r. Nr 207, poz. 2016 z późn. zm.) oraz § 11 ust. 1 pkt. 1 rozporządzenia Ministra Transportu i Budownictwa z dnia 28 kwietnia 2006 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (Dz.U. z 2006 r. Nr 83, poz. 578 z późn. zm.) w związku z art. 104 Kodeksu postępowania administracyjnego (Dz.U. z 2000 r. Nr 98, poz. 1071 z późn. zm.)

Okręgowa Komisja Kwalifikacyjna ŚI.OIIB
n a d a j e
Panu(i) Łukaszowi Drobiec
Dr inż. budownictwa
ur. dnia 09 października 1972 w Tychach

UPRAWNIENIA BUDOWLANE
numer ewidencyjny SLK/1480/POOK/06

do projektowania bez ograniczeń
w specjalności konstrukcyjno - budowlanej

UZASADNIENIE

Okręgowa Komisja Kwalifikacyjna Śląskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa w Katowicach na podstawie protokołów z postępowania kwalifikacyjnego oraz z przeprowadzonego egzaminu, stwierdziła, że Pan(i) **Łukasz Drobiec** posiada wymagane prawem: wykształcenie i praktykę zawodową oraz uzyskał(a) pozytywny wynik egzaminu - konieczne do uzyskania uprawnień budowlanych **do projektowania bez ograniczeń** w specjalności **konstrukcyjno - budowlanej.**

Szczegółowy zakres uprawnień jest określony na odwrocie niniejszej decyzji.

Pouczenie

1. Zgodnie z art. 12 ust. 7 w/w ustawy Prawo budowlane – podstawę do wykonywania samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie stanowi wpis do centralnego rejestru Głównego Inspektora Nadzoru Budowlanego oraz wpis na listę członków właściwej izby samorządu zawodowego.
2. Od niniejszej decyzji służy odwołanie do Krajowej Komisji Kwalifikacyjnej Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa w Warszawie, za pośrednictwem Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej ŚI.OIIB w Katowicach w terminie 14 dni od dnia jej doręczenia.

Otrzymują:
1. Pan(i) Łukasz Drobiec
   Kraszewskiego 4
   41-400 Mysłowice
2. Okręgowa Rada Izby
3. Główny Inspektor
   Nadzoru Budowlanego
4. a/a.

ŚLĄSKA OKRĘGOWA IZBA INŻYNIERÓW BUDOWNICTWA

Skład orzekający OKK

1.
Mgr inż. Zbigniew Dzierżewicz

2.
Mgr inż. Bolesław Jurkiewicz

3.
Mgr inż. Tadeusz Lipiński

zakres:

Na podstawie art. 12 ust. 1 pkt 1 i art. 13 ust. 4 Prawa budowlanego w związku z § 17 ust. 1 pkt 1 rozporządzenia Ministra Transportu i Budownictwa z dnia 28 kwietnia 2006 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie **Pan(i) Łukasz Drobiec** jest uprawniony(a) w specjalności **konstrukcyjno - budowlanej** do:

- projektowania obiektu budowlanego w zakresie sporządzania projektu architektoniczno - budowlanego, w odniesieniu do konstrukcji obiektu,
- sporządzania projektu zagospodarowania działki lub terenu, w zakresie specjalności konstrukcyjno-budowlanej, z wyłączeniem projektów zagospodarowania działki lub terenu obejmujących budynki,
- sprawdzania projektów budowlanych i sprawowania nadzoru autorskiego,
- sprawowania kontroli technicznej utrzymania obiektów budowlanych

bez ograniczeń.

PRZEWODNICZĄCY
OKRĘGOWEJ KOMISJI KWALIFIKACYJNEJ
ŚLĄSKIEJ OKRĘGOWEJ IZBY INŻYNIERÓW BUDOWNICTWA

mgr inż. Zbigniew Dzierżewicz

WOJEWODA ŚLĄSKI

Katowice 28 grudnia 2001 r.
APR..II.4/AZ/7132/744/01

DECYZJA 744/01

Na podstawie art. 13 i 14 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (tekst jednolity Dz.U.Nr 106 z 2000 r. poz. 1126), i § 9 ust.1 rozporządzenia M.G.P. i B. z dnia 30.12.1994 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (Dz.U. Nr 8, poz.38 z 1995 r.), w związku z art. 104 § 1 i 2 Kpa (tekst jednolity Dz.U. Nr 98 z 2000 r. poz. 1071), po rozpatrzeniu wniosku Pana Łukasza Drobiec na podstawie dokumentów stwierdzających wymagane wykształcenie oraz praktykę zawodową oraz na podstawie pozytywnej oceny z egzaminu na uprawnienia budowlane złożonego przed Komisją egzaminacyjną powołaną Zarządzeniem Nr 160/99 z 19 sierpnia 1999r. stwierdza się, że:

Pan magister inżynier Łukasz DROBIEC
ur. dnia 9 października 1972 r.w Tychach
otrzymuje
UPRAWNIENIA BUDOWLANE
bez ograniczeń
do kierowania robotami budowlanymi
w specjalności: konstrukcyjno-budowlanej

Uzasadnienie

W związku z potwierdzeniem przez Komisję egzaminacyjną powołaną przez Wojewodę Śląskiego Zarządzeniem nr 160/99 z 19 sierpnia 1999 r.,posiadania przez Pana inż.Łukasza Drobiec wymaganego prawem wykształcenia na Wydziale Budownictwa na kierunku budownictwo specjalność: Konstrukcje Budowlane i Inżynierskie oraz praktyki zawodowej koniecznej do uzyskania uprawnień budowlanych w w/w specjalności i po uzyskaniu pozytywnego wyniku egzaminu na uprawnienia budowlane, orzeczono jak w sentencji.
Od niniejszej decyzji przysługuje odwołanie do Głównego Inspektora Nadzoru Budowlanego 00-926 Warszawa ul. Krucza 38/42, za pośrednictwem Wojewody Śląskiego w terminie 14 dni od daty otrzymania decyzji.

ŚLĄSKI URZĄD WOJEWÓDZKI W KATOWICACH
Z up. WOJEWODY ŚLĄSKIEGO
Zygmunt KONOPKA
DYREKTOR WYDZIAŁU ARCHITEKTURY I Polityki Regionalnej

Otrzymują:
1. Pan Łukasz Drobiec
   ul.Drzymały 9,41-407 Imielin
2. Główny Inspektor
   Nadzoru Budowlanego
   ul. Krucza 38/42,
   00-926 Warszawa
3. a/a

POLSKA
IZBA
INŻYNIERÓW
BUDOWNICTWA

Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:
SLK-4EI-KA5-KPN *

Pan Łukasz Drobiec o numerze ewidencyjnym SLK/BO/0384/03
adres zamieszkania ul. Kraszewskiego 4, 41-400 Mysłowice
jest członkiem Śląskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.
Niniejsze zaświadczenie jest ważne do dnia 2024-07-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2023-07-11 roku przez:

Roman Karwowski, Przewodniczący Rady Śląskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

(Zgodnie art. 5 ust 2 ustawy z dnia 18 września 2001 r. o podpisie elektronicznym (Dz. U. 2001 Nr 130 poz. 1450) dane w postaci elektronicznej opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu są równoważne pod względem skutków prawnych dokumentom opatrzonym podpisami własnoręcznymi.)

* Weryfikację poprawności danych w niniejszym zaświadczeniu można sprawdzić za pomocą numeru weryfikacyjnego zaświadczenia na stronie Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa www.piib.org.pl lub kontaktując się z biurem właściwej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

ŚLĄSKA OKRĘGOWA IZBA INŻYNIERÓW BUDOWNICTWA
OKRĘGOWA KOMISJA KWALIFIKACYJNA

Sygn. akt SLK/OKK/7131.7132/1104/23 **DECYZJA** Katowice, dnia 19 grudnia 2023 r.

Na podstawie art. 12 ust. 2, art. 12 ust. 3, art. 12 ust. 4c pkt 3, art. 13, art. 14 ust. 1 pkt 2, art. 15a ust. 1, art. 15a ust. 4 ustawy z dnia 7 lipca 1994r. Prawo budowlane (Dz.U. 2023r., poz. 682, z późn. zm.) oraz na podstawie art. 24 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 15 grudnia 2000r. o samorządach zawodowych architektów oraz inżynierów budownictwa (Dz.U. 2023 r., poz. 551), po ustaleniu, że zostały spełnione warunki w zakresie przygotowania zawodowego oraz po złożeniu egzaminu na uprawnienia budowlane z wynikiem pozytywnym

Pan Krzysztof Grzyb
mgr inż. budownictwa
ur. dnia 23 marca 1993 r. w Tarnowskich Górach

otrzymuje

UPRAWNIENIA BUDOWLANE
numer ewidencyjny SLK/1104/PWBKb/23
do projektowania i kierowania robotami budowlanymi
w specjalności konstrukcyjno-budowlanej bez ograniczeń

Zakres uprawnień:

- projektowanie konstrukcji obiektu,
- kierowanie robotami budowlanymi w odniesieniu do konstrukcji oraz architektury obiektu,
- sprawdzanie projektów architektoniczno-budowlanych i technicznych w zakresie uzyskanej specjalności oraz sprawowanie nadzoru autorskiego,
- sporządzanie projektu zagospodarowania działki lub terenu, w zakresie uzyskanej specjalności,
- kierowanie wytwarzaniem konstrukcyjnych elementów budowlanych oraz nadzór i kontrola techniczna wytwarzania tych elementów,
- wykonywanie nadzoru inwestorskiego,
- sprawowanie kontroli technicznej utrzymania obiektów budowlanych.

UZASADNIENIE

W wyniku pozytywnego postępowania kwalifikacyjnego i pozytywnego wyniku egzaminu ze znajomości procesu budowlanego oraz praktycznego zastosowania wiedzy technicznej wydanie niniejszych uprawnień budowlanych jest uzasadnione.

Od niniejszej decyzji służy prawo odwołania do Krajowej Komisji Kwalifikacyjnej Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa w Warszawie, za pośrednictwem Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej ŚIOIIB w Katowicach w terminie 14 dni od dnia jej doręczenia.
Zgodnie z art. 127a k.p.a., przed upływem terminu do wniesienia odwołania strona może zrzec się prawa do wniesienia odwołania wobec organu administracji publicznej, który wydał decyzję (tj. Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej Śląskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa). W takim wypadku, z dniem doręczenia organowi oświadczenia o zrzeczeniu się prawa do wniesienia odwołania przez ostatnią ze stron postępowania, decyzja staje się ostateczna i prawomocna. Informuje się ponadto, że jeżeli w wyniku złożenia oświadczenia o zrzeczeniu się odwołania decyzja uzyska przymioty ostateczności i prawomocności – zamyka to również drogę do zaskarżenia jej do sądu administracyjnego.

Otrzymują:
1. Wnioskodawca
2. Okręgowa Rada Izby
3. Główny Inspektor Nadzoru Budowlanego za pomocą systemu e-CRUB
4. a/a.

Skład orzekający OKK
1. **mgr inż. Franciszek Buszka**
2. **inż. Andrzej Nowak**
3. **inż. Zbigniew Herisz**

POLSKA
IZBA
INŻYNIERÓW
BUDOWNICTWA

Zaświadczenie
o numerze weryfikacyjnym
SLK-WNA-BST-1BJ *

Pan Krzysztof Grzyb o numerze ewidencyjnym SLK/BO/3067/23
adres zamieszkania ul. Gwarków 68 A, 41-922 Radzionków
jest członkiem Śląskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.
Niniejsze zaświadczenie jest ważne do dnia 2024-12-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2024-01-05 roku przez:

Roman Karwowski, Przewodniczący Rady Śląskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

(Zgodnie z art. 781 k.c.
1. Do zachowania elektronicznej formy czynności prawnej wystarcza złożenie oświadczenia woli w postaci elektronicznej i opatrzenie go kwalifikowanym podpisem elektronicznym.
2. Oświadczenie woli złożone w formie elektronicznej jest równoważne z oświadczeniem woli złożonym w formie pisemnej.)

* Weryfikacja poprawności danych w niniejszym zaświadczeniu można sprawdzić za pomocą numeru weryfikacyjnego zaświadczenia na stronie Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa www.piib.org.pl lub kontaktując się z biurem właściwej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

DL USŁUGI W BUDOWNICTWIE ŁUKASZ DROBIEC

P R O J E K T O W A N I E, E K S P E R T Y Z Y, O P I N I E, N A D Z O R Y

ul. KRASZEWSKIEGO 4, 41-400 MYSŁOWICE, tel. 32 318 18 65, tel. kom. 505 807 349

NIP 222-042-69-14, REGON: 241545767

TEMAT:	**ZAŁĄCZNIK NR 1** **DO EKSPERTYZY DACHU BUDYNKU KOŚCIOŁA PARAFIALNEGO P.W. ŚW. STANISŁAWA BISKUPA I MĘCZENNIKA W CZELADZI** **WYNIKI BADAŃ**
ZAMAWIAJĄCY:	**Parafia św. Stanisława Biskupa i Męczennika w Czeladzi** ul. Bolesława Pieńkowskiego 1, 41-250 Czeladź
ZAKRES OPRACOWANIA:	Załącznik zawiera wyniki badań drewnianej konstrukcji dachu analizowanego zespołu budników
ZESPÓŁ AUTORSKI:	**Prof. dr hab. inż. Łukasz Drobiec** **Rzeczoznawca Budowlany** w specjalności konstrukcyjno-budowlanej obejmującej projektowanie i kierowanie robotami budowlanymi bez ograniczeń, dec. Nr RZE/X/0021/12 **Uprawnienia Budowlane** do projektowania i kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń w specjalności konstrukcyjno-budowlanej Nr ewid. **SLK/1480/POOK/06** i **744/01** **Członek Śląskiej Izby Inżynierów Budownictwa** o nr ewid. **SLK/BO/0384/03** posiada wymagane ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej do 31.07.2024 r. *prof. dr hab. inż. Łukasz Drobiec* Rzeczoznawca Budowlany w specjalności konstrukcyjno-budowlanej obejmującej projektowanie i kierowanie robotami budowlanymi bez ograniczeń, dec. Nr RZE/X/0021/12 Uprawnienia Budowlane do projektowania i kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń w specjalności konstrukcyjno-budowlanej Nr ewid. SLK/1480/POOK/06 i 744/01 ..... podpis
	Mgr inż. Joanna Drobiec **Ukończyła kurs brakarski** wytrzymałościowego sortowania tarcicy konstrukcyjnej metodą wizualną. Certyfikat nr KBT/04/04/2024 ..... podpis
	Dr inż. Krzysztof Grzyb **Uprawnienia Budowlane** do projektowania i kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń w specjalności konstrukcyjno-budowlanej Nr ewid. **SLK/1104/PWBKb/23** **Członek Śląskiej Izby Inżynierów Budownictwa** o nr ewid. **SLK/BO/3067/23** posiada wymagane ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej do 31.12.2024 r. dr inż. Krzysztof Grzyb Uprawnienia budowlane do projektowania i kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń w specjalności konstrukcyjno-budowlanej nr ewid. SLK/1104/PWBKb/23 ..... podpis
	Inż. arch. Kacper Drobiec ..... Podpis
DATA:	czerwiec, 2024

SPIS TREŚCI

1. Nieniszczące badania elementów więźby młotkiem do drewna 3
1.1. Wprowadzenie 3
1.2. Miejsca badań 4
1.3. Wyniki badań 7
2. Nieniszczące ultradźwiękowe badania elementów więźby 8
2.1. Wprowadzenie 8
2.2. Miejsca badań 9
2.3. Wyniki badań 12
3. Wytrzymałość charakterystyczna i klasa drewna 15
4. Badania wilgotności drewna 18
4.1. Wprowadzenie 18
4.2. Wyniki badań 18
4.3. Podsumowanie 21
5. Badania podczerwienią 21
6. Wizualna ocena gatunku drzewa 25

1. NIENISZCZĄCE BADANIA ELEMENTÓW WIĘŹBY MŁOTKIEM DO DREWNA

1.1. WPROWADZENIE

W ramach badań diagnostycznych przeprowadzono ocenę twardości i elastyczności drewna przy użyciu młotka Schmidta do drewna firmy DRC o numerze 19C0085M. Widok urządzenia pokazano na rys. 1.

Rys. 1. Młotek Schmidta do drewna

Badanie polega na wbiciu igły o średnicy 2,5 mm, długości 50 mm, wykonanej ze stali o twardości 60 HRC i zakończonej stożkiem o kącie 35°. Energia uderzenia wynosi 2,207 Nm. Po pięciokrotnym uderzeniu młotkiem, przy użyciu wskaźnika zegarowego, zostaje zmierzone zagłębienie igły i na tej podstawie z tabel lub wzorów określa się parametry wytrzymałościowe drewna.

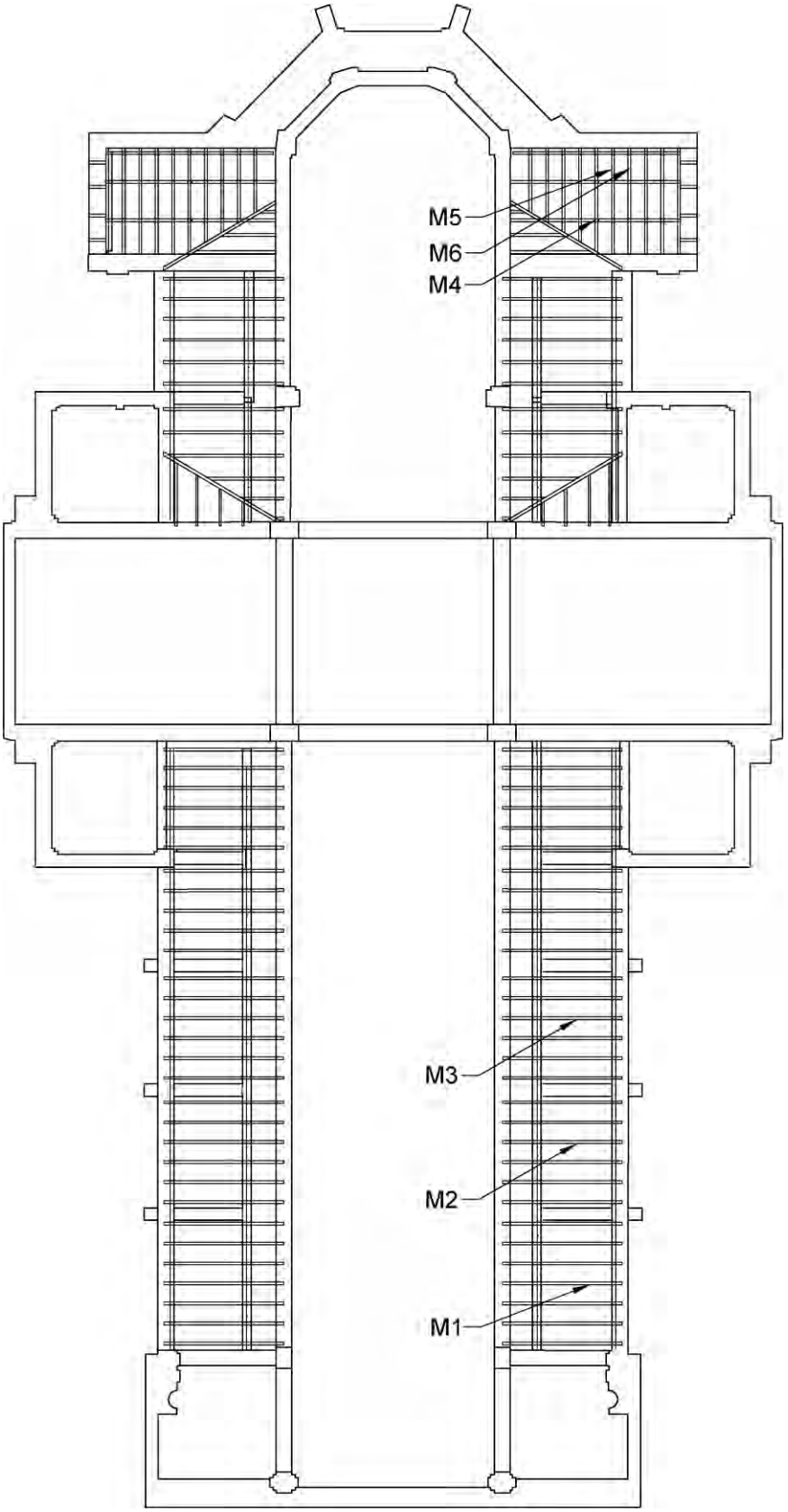
Przykładowy widok młotka Schmidta do drewna podczas badań pokazano na rys. 2, a przykładowy wynik pomiaru igły na rys. 3.

Rys. 2. Badanie młotkiem Schmidta do drewna w miejscu M1 (krokiew dachu dolnego)

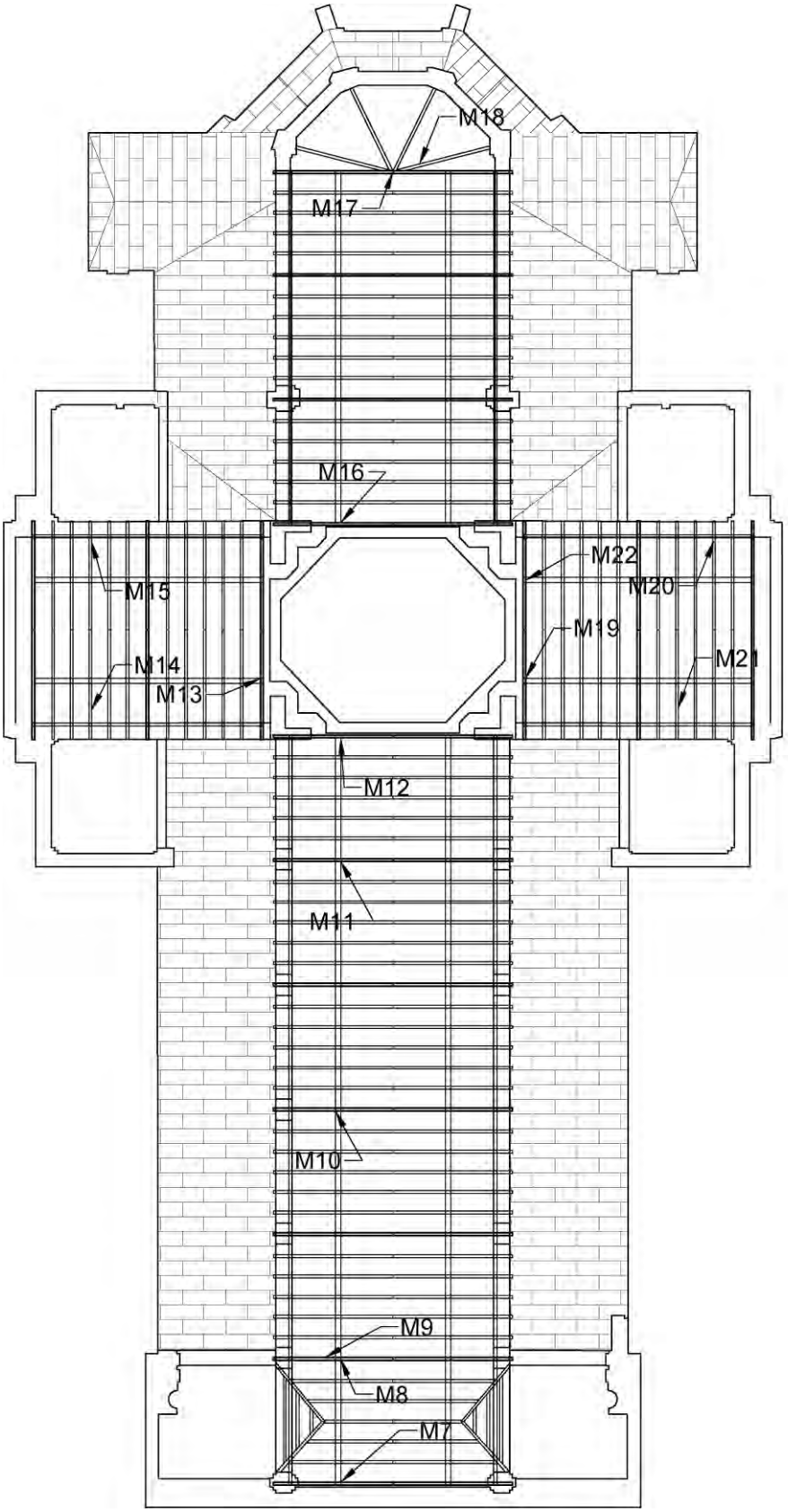
Rys. 3. Przykładowy wynik pomiaru w miejscu nr M1 (krokiew dachu dolnego)

1.2. MIEJSCA BADAŃ

Badania prowadzono na dolnej i górnej części dachu w wybranych elementach więźby. Miejsca badań pokazano na rys. 4 i 5.



Rys. 4. Miejsca badań młotkiem Schmidta do drewna. Więźba dolna



Rys. 5. Miejsca badań młotkiem Schmidta do drewna. Więźba górna

1.3. WYNIKI BADAŃ

W tablicy 1 pokazano uzyskane wyniki badań. W tablicy podano wytrzymałość drewna obliczoną na podstawie krzywej przyjętej z badań własnych (dolna obwiednia wyników badań drewna zabytkowego). Przyjęto krzywą wielomianową: $f_m = 0{,}0714 \cdot h^2 - 6{,}1457 \cdot h + 140{,}11$, gdzie h oznacza głębokość wbicia igły.

Tablica 1. Wyniki badań młotkiem Schmidta do drewna

Miejsce badania		Głębokość wbicia igły, mm	Wytrzymałość drewna na zginanie f_m wg krzywej skorygowanej, MPa	Wytrzymałość średnia $f_{m,mean}$, MPa
Więźba dolna	M1 (krokiew)	15,86	60,6	41,0
	M2 (krokiew)	24,89	31,4	
	M3 (krokiew)	25,55	29,7	
	M4 (wieszak)	27,75	24,5	
	M5 (krokiew)	18,34	51,4	
	M6 (krokiew)	19,21	48,4	
Więźba górna	M7 (wieszak)	20,86	43,0	31,9
	M8 (wieszak)	23,95	33,9	
	M9 (zastrzał)	25,49	29,8	
	M10 (wieszak)	28,83	22,3	
	M11 (wieszak)	24,15	33,3	
	M12 (wieszak)	20,62	43,7	
	M13 (wieszak)	27,42	25,3	
	M14 (krokiew)	25,71	29,3	
	M15 (krokiew)	19,79	46,4	
	M16 (zastrzał)	23,27	35,8	
	M17 (wieszak)	28,79	22,4	
	M18 (zastrzał)	28,29	23,4	
	M19 (wieszak)	21,55	40,8	
	M20 (krokiew)	26,68	27,0	
	M21 (krokiew)	27,52	25,1	
	M22 (wieszak)	25,74	29,2	

2. NIENISZCZĄCE ULTRADŹWIĘKOWE BADANIA ELEMENTÓW WIĘŹBY

2.1. WPROWADZENIE

Przeprowadzono nieniszczące ultradźwiękowe badania elementów więźby. Do badań wykorzystano urządzenie UK1401 Surfer firmy Acoustic Control Systems – Solutions GmbH (rys. 6) oraz urządzenie UK1410 Pulsar firmy Acoustic Control Systems – Solutions GmbH (rys. 7). Badanie polega na pomiarze czasu przejścia poprzecznej fali ultradźwiękowej przez drewno. Urządzenia rejestrują czas przejścia fali ultradźwiękowej i automatycznie obliczają prędkość fali ultradźwiękowej. W urządzeniu UK1401 Surfer wykorzystuje się ultradźwiękową falę poprzeczną, a samo badanie prowadzi się wzdłuż włókien drewna badanego elementu. W urządzeniu UK1410 Pulsar wykorzystuje się ultradźwiękową falę podłużną, a badanie wykonuje się w poprzek włókien. W obu urządzeniach można wykonać badania przez wady drewna (np. sęki).

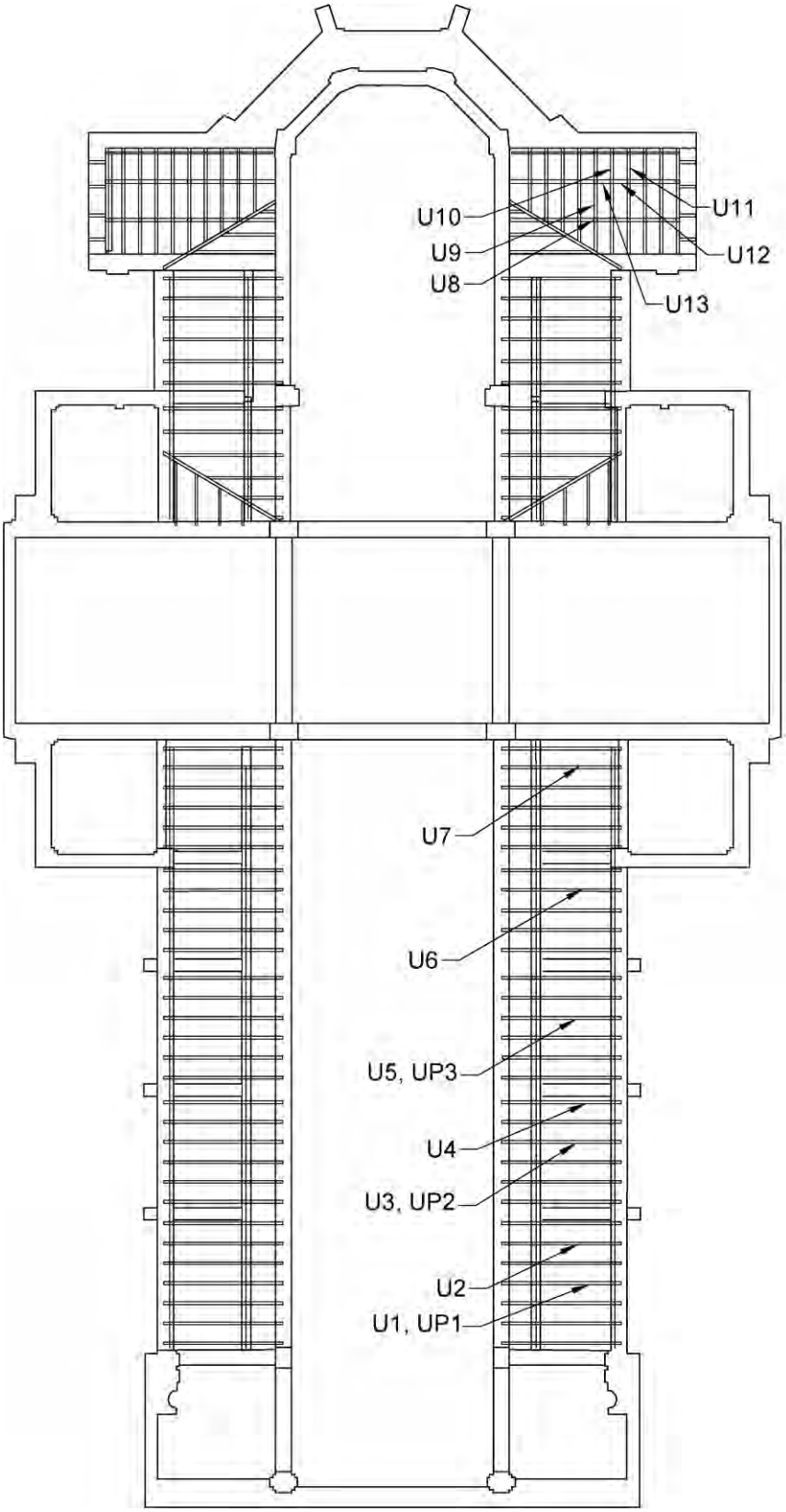
Rys. 6. Urządzenie UK1401 Surfer

Rys. 7. Urządzenie UK1410 Pulsar

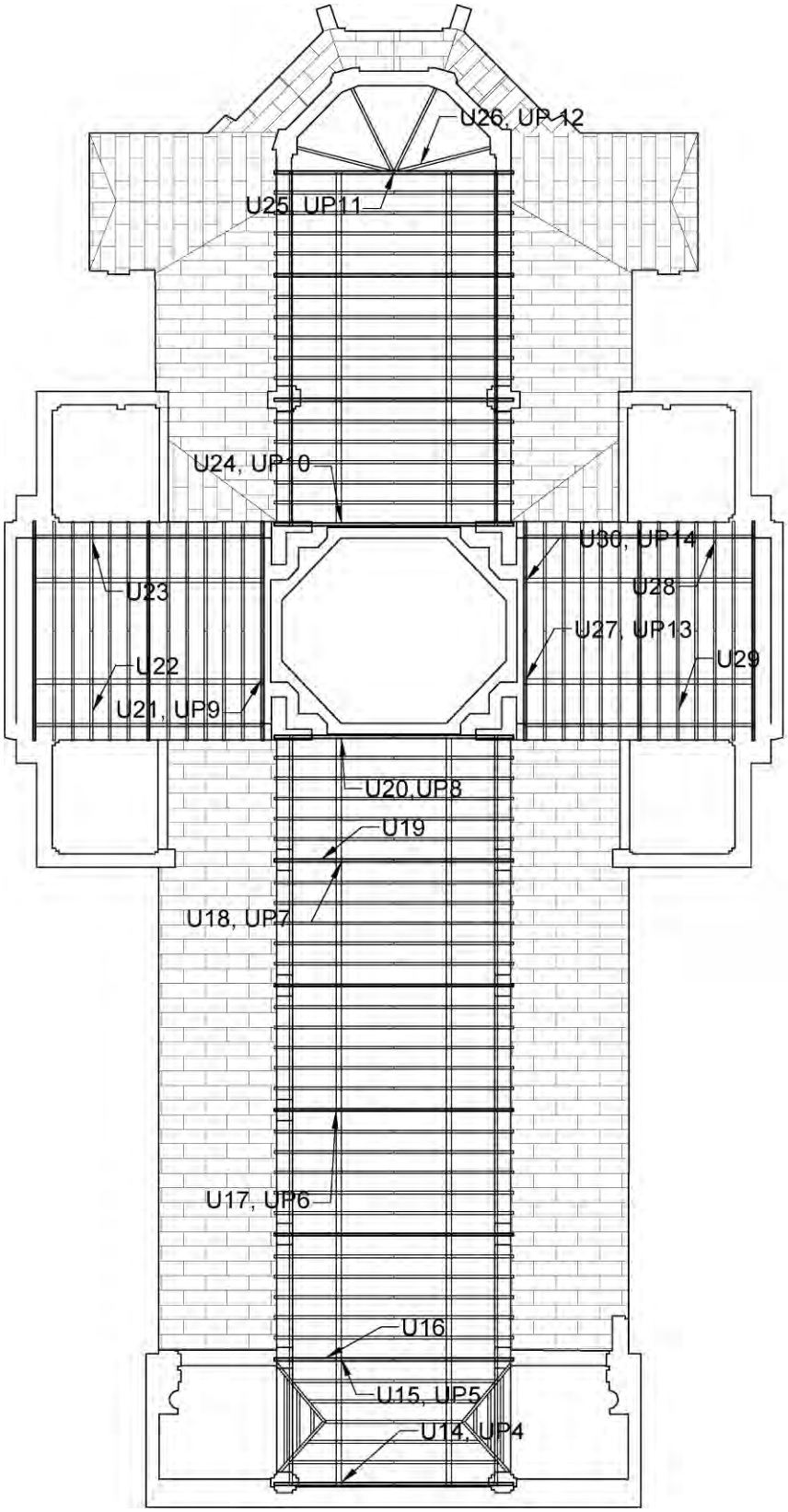
2.2. MIEJSCA BADAŃ

Badania wykonywano w wybranych miejscach więźby dachowej, które pokazano na rys. 8 i 9. Badania prowadzone urządzeniem UK1401 Surfer oznaczono symbolem U, natomiast badania prowadzone urządzeniem UK1410 Pulsar symbolem UP.

Widok urządzeń podczas badań na obiekcie pokazano na rys. 9 i 10.

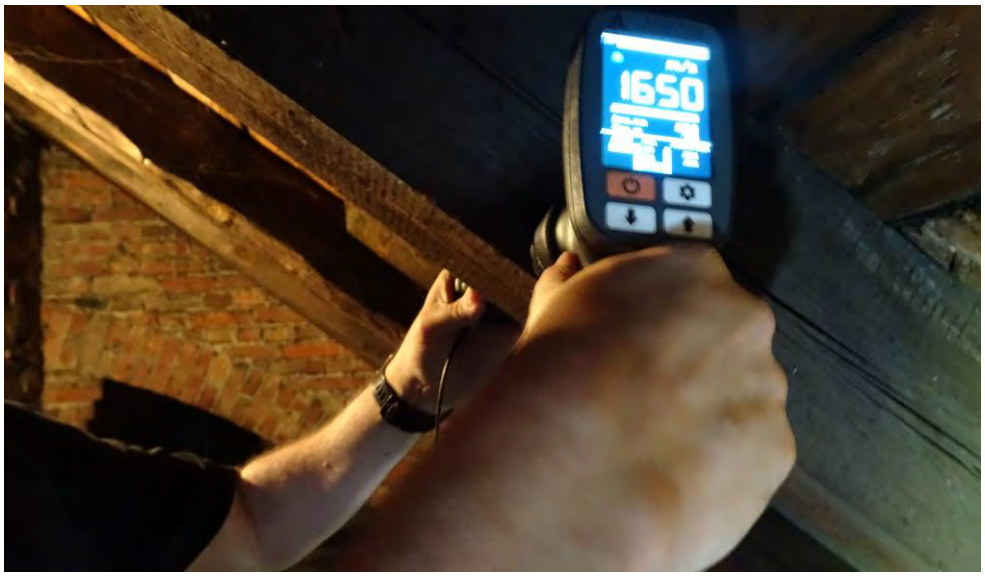


Rys. 8. Miejsca badań urządzeniem UK1401 Surfer (oznaczone symbolem U) oraz urządzeniem UK1410 Pulsar (UP). Więźba dolna



Rys. 9. Miejsca badań urządzeniem UK1401 Surfer (oznaczone symbolem U) oraz urządzeniem UK1410 Pulsar (UP). Więźba górna

Rys. 10. Przykładowy wynik pomiaru urządzaniem UK1401 Surfer (wieszak więźby wieszarowej)



Rys. 11. Przykładowy wynik pomiaru urządzanie UK1410 Pulsar (rygiel więźby wieszarowej)

2.3. WYNIKI BADAŃ

W tablicy 2 pokazano uzyskane wyniki badań urządzeniem UK1410 Pulsar, a w tablicy 3 urządzeniem UK1401 Surfer.

W tablicy zamieszczono ponadto obliczenia wytrzymałości drewna według krzywych skorygowanych:

- dla fali poprzecznej (UK1401 Surfer): f_m = 8E-07·V^2 – 0,001·V + 12,132, gdzie V jest prędkością ultradźwiękowej fali poprzecznej,
- dla fali podłużnej (UK1410 Pulsar): f_m = 3E-06·V^2 + 0,0081·V + 3,0625, gdzie V oznacza prędkość podłużnej fali ultradźwiękowej.

Krzywe powyższe zostały skorelowane w ramach badań własnych (dolna obwiednia wyników badań drewna zabytkowego).

Tablica 2. Wyniki badań urządzaniem UK1410 Pulsar

Miejsce badania		Prędkość ultradźwięku, m/s	Wytrzymałość drewna na zginanie f_m wg krzywej skorygowanej, MPa	Wytrzymałość średnia $f_{m,mean}$, MPa
Więźba dolna	UP1 (krokiew)	1840	28,1	27,9
	UP2 (krokiew)	1920	29,7	
	UP3 (krokiew)	1720	25,9	
Więźba górna	UP4 (wieszak)	2010	31,5	29,1
	UP5 (wieszak)	1650	24,6	
	UP6 (wieszak)	1990	31,1	
	UP7 (wieszak)	1950	30,3	
	UP8 (wieszak)	1990	31,1	
	UP9 (wieszak)	1690	25,3	
	UP10 (wieszak)	1920	29,7	
	UP11 (wieszak)	1820	27,7	
	UP12 (wieszak)	2010	31,5	
	UP13 (wieszak)	1850	28,3	
	UP14 (wieszak)	1890	29,1	

Tablica 3. Wyniki badań urządzaniem UK1401 Surfer

Miejsce badania		Prędkość ultradźwięku, m/s	Wytrzymałość drewna na zginanie f_m wg krzywej skorygowanej, MPa	Wytrzymałość średnia $f_{m,mean}$, MPa
Więźba kościoła	U1 (krokiew)	6020	35,1	30,6
	U2 (krokiew)	5800	33,2	
	U3 (krokiew)	5260	29,0	
	U4 (krokiew)	5730	32,7	
	U5 (krokiew)	5510	30,9	
	U6 (krokiew)	5680	32,3	
	U7 (krokiew)	5600	31,6	
	U8 (wieszak)	5110	27,9	
	U9 (rozpór)	5140	28,1	
	U10 (krokiew)	5370	29,8	
	U11 (krokiew)	5450	30,4	
	U12 (płatew)	4940	26,7	
	U13 (miecz)	5370	29,8	
Więźba plebanii	U14 (wieszak)	4600	24,5	29,5
	U15 (wieszak)	4660	24,8	
	U16 (zastrzał)	5490	30,7	
	U17 (wieszak)	5430	30,3	
	U18 (wieszak)	5140	28,1	
	U19 (zastrzał)	4990	27,1	
	U20 (wieszak)	5320	29,4	
	U21 (wieszak)	5520	31,0	
	U22 (krokiew)	5520	31,0	
	U23 (krokiew)	5300	29,3	
	U24 (wieszak)	5820	33,4	
	U25 (wieszak)	5120	28,0	
	U26 (zastrzał)	5820	33,4	
	U27 (wieszak)	4700	25,1	
	U28 (krokiew)	5430	30,3	
	U29 (krokiew)	5730	32,7	
	U30 (wieszak)	5790	33,2	

3. WYTRZYMAŁOŚĆ CHARAKTERYSTYCZNA I KLASA DREWNA

Określono wytrzymałość charakterystyczną drewna zgodnie z PN-EN 384+A2:2022-11. Odrębnie określano wytrzymałość wieszarów więźby dolnej i więźby górnej. W tablicach 4 i 5 zestawiono wyniki z podziałem na te obszary. Dla wyników tych obliczono wartości średnie i odchylenie standardowe.

Tablica 4. Wyniki badań więźby dolnej

Badany element	**Wytrzymałość drewna na zginanie f_m, MPa**
M1 (krokiew)	60,6
M2 (krokiew)	31,4
M3 (krokiew)	29,7
M4 (wieszak)	24,5
M5 (krokiew)	51,4
M6 (krokiew)	48,4
UP1 (krokiew)	28,1
UP2 (krokiew)	29,7
UP3 (krokiew)	25,9
U1 (krokiew)	35,1
U2 (krokiew)	33,2
U3 (krokiew)	29,0
U4 (krokiew)	32,7
U5 (krokiew)	30,9
U6 (krokiew)	32,3
U7 (krokiew)	31,6
U8 (wieszak)	27,9
U9 (rozpór)	28,1
U10 (krokiew)	29,8
U11 (krokiew)	30,4
U12 (płatew)	26,7
U13 (miecz)	29,8
Średnia $f_{m,mean}$, MPa	**33,1**
odchylenie standardowe S_c, MPa	**29,8**

Tablica 5. Wyniki badań więźby górnej

Badany element	Wytrzymałość drewna na zginanie f_m, MPa
M7 (wieszak)	43,0
M8 (wieszak)	33,9
M9 (zastrzał)	29,8
M10 (wieszak)	22,3
M11 (wieszak)	33,3
M12 (wieszak)	43,7
M13 (wieszak)	25,3
M14 (krokiew)	29,3
M15 (krokiew)	46,4
M16 (zastrzał)	35,8
M17 (wieszak)	22,4
M18 (zastrzał)	23,4
M19 (wieszak)	40,8
M20 (krokiew)	27,0
M21 (krokiew)	25,1
M22 (wieszak)	29,2
UP4 (wieszak)	31,5
UP5 (wieszak)	24,6
UP6 (wieszak)	31,1
UP7 (wieszak)	30,3
UP8 (wieszak)	31,1
UP9 (wieszak)	25,3
UP10 (wieszak)	29,7
UP11 (wieszak)	27,7
UP12 (wieszak)	31,5
UP13 (wieszak)	28,3
UP14 (wieszak)	29,1
U14 (wieszak)	24,5
U15 (wieszak)	24,8
U16 (zastrzał)	30,7
U17 (wieszak)	30,3
U18 (wieszak)	28,1
U19 (zastrzał)	27,1
U20 (wieszak)	29,4
U21 (wieszak)	31,0

Tablica 5 c.d. Wyniki badań więźby górnejc.d.

Badany element	Wytrzymałość drewna na zginanie f_m, MPa
U22 (krokiew)	31,0
U23 (krokiew)	29,3
U24 (wieszak)	33,4
U25 (wieszak)	28,0
U26 (zastrzał)	33,4
U27 (wieszak)	25,1
U28 (krokiew)	30,3
U29 (krokiew)	32,7
U30 (wieszak)	33,2
Średnia $f_{m,mean}$, MPa	**29,5**
odchylenie standardowe S_c, MPa	**2,64**

Obliczono 5% kwantyl wytrzymałości drewna na zginanie, co oznacza prawdopodobieństwo wystąpienia wartości $f_{c;0,05}$ mniejsze niż 0,05. Dla rozkładu t – niecentralne przy jednostronnym obszarze odrzuceń kwantyl można wyznaczyć z zależności:

$$f_{m,k} = k_v \left(f_{m,mean} - t_{n-\alpha} S_c / (n^{0,5}) \right),$$

gdzie: k_v – współczynnik poprawkowy, przyjęto k_v = 1,12,

n – liczba próbek,

$f_{m,mean}$ – wytrzymałość średnia z badań niszczących i nieniszczących równa 43,8 MPa

S_c – odchylenie standardowe wytrzymałości,

$t_{n-1,\alpha}$ – przy poziomie ufności α = 0,05, dla próbek (n -1) $t_{21;0,05}$ = 2,58, $t_{43;0,05}$ = 2,90

Uzyskano następujące wytrzymałości charakterystyczne drewna na zginanie:

- Więźba dolna $f_{m,k}$ = 23,7 MPa,
- Więźba górna $f_{m,k}$ = 23,4 MPa,

Na podstawie uzyskanych charakterystycznych wytrzymałości na zginanie analizowanym obszarom więźby przyporządkowano zgodnie z PN-EN 338:2016-06 następujące klasy drewna:

- Więźba dolna – klasa drewna C22,
- Więźba plebanii – klasa drewna C22.

4. BADANIA WILGOTNOŚCI DREWNA

4.1. WPROWADZENIE

W ramach ekspertyzy wykonano punktowe badania wilgotności drewna urządzeniem T510 firmy Trotec (rys. 11). W wilgotnościomierzu tym pomiar wilgotności następuje poprzez czujniki pojemnościowe za pomocą dielektrycznej metody pomiarowej, wbijanej do drewna. Dokładność pomiaru wilgotności drewna urządzeniem T510 wynosi ±0,8% przy wilgotności do 5%, ±0,2% przy wilgotności od 5 do 30% i ±0,1% przy wilgotności większej.

Rys. 12. Wilgotnościomierz T510 firmy Trotec

4.2. WYNIKI BADAŃ

Badania prowadzono w wybranych miejscach na elementach więźby dachowej. Wyniki badań pokazano na rys. 13 i 14.

a)

b)

c)

d)

e)

f)

g)

h)

Rys. 13. Wyniki pomiaru wilgotnościomierzem T510 więźby dolnej: a) 13,1%, b) 13,7%, c) 13,3 %, d) 13,8%, e) 13,9%, f) 14,1%, g) 13,5%, h) 13,3%

a)

b)

c)

d)

e)

f)

g)

h)

Rys. 14. Wyniki pomiaru wilgotnościomierzem T510 więźby górnej: a) 12,9%, b) 14,0%, c) 13,8 %, d) 12,6%, e) 12,8%, f) 13,0%, g) 14,0%, h) 14,0%

4.3. PODSUMOWANIE

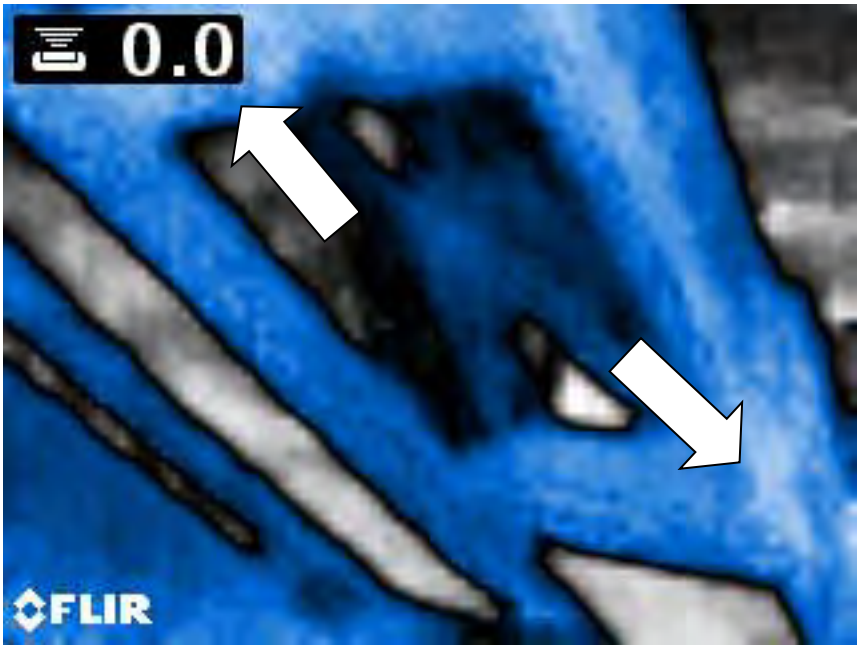
W pracy [1.6] podano, że elementy drewniane znajdujące się w nieogrzewanych pomieszczeniach zamkniętych powinny cechować się wilgotnością równowagową 12%±3%. Taki właśnie wynik uzyskano w badanych elementach przedmiotowej więźby. Wg [1.6] wilgotność równowagowa dla konstrukcji wystawionych na działanie warunków atmosferycznych to 18%±6%. Literatura [1.6] podaje ponadto, że przy wilgotności <20% nie występuje zagrzybienie drewna. W badaniach zawsze uzyskiwano wilgotność < 20% (najwyżej 12,8%), a podczas wizji nie stwierdzono zbyt wielu śladów zagrzybień.

5. BADANIA PODCZERWIENIĄ

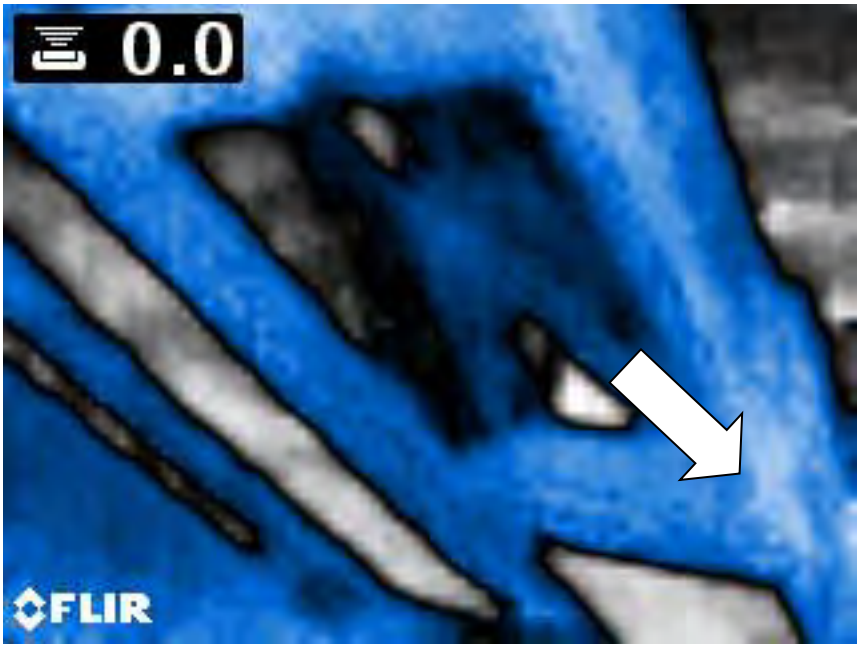
Badanie ewentualnych miejsc przecieków przez pokrycie dachu wykonano urządzeniem MR 160 firmy Flir (rys. 15). Jest to miernik wilgotności ze zintegrowaną kamerą termowizyjną. Zastosowano w nim technologię pomiaru wspomaganego podczerwienią (Infrared Guided Measurement – IGM), która pozwala szybko skanować i wskazywać problemy związane z wilgocią.

Rys. 15. Miernik wilgotności ze zintegrowaną kamerą termowizyjną FLIR MR160

Wykonane badania wykazały występowanie lokalnych nieszczelności w pokryciu dachu. Przecieki koncentrowały się w okolicach otworów okiennych, namurnic i krokwi narożnych. Widok wyników badań pokazano na rys. 16÷22. Miejsca zwilgoceń to jasno niebieskie plamy.

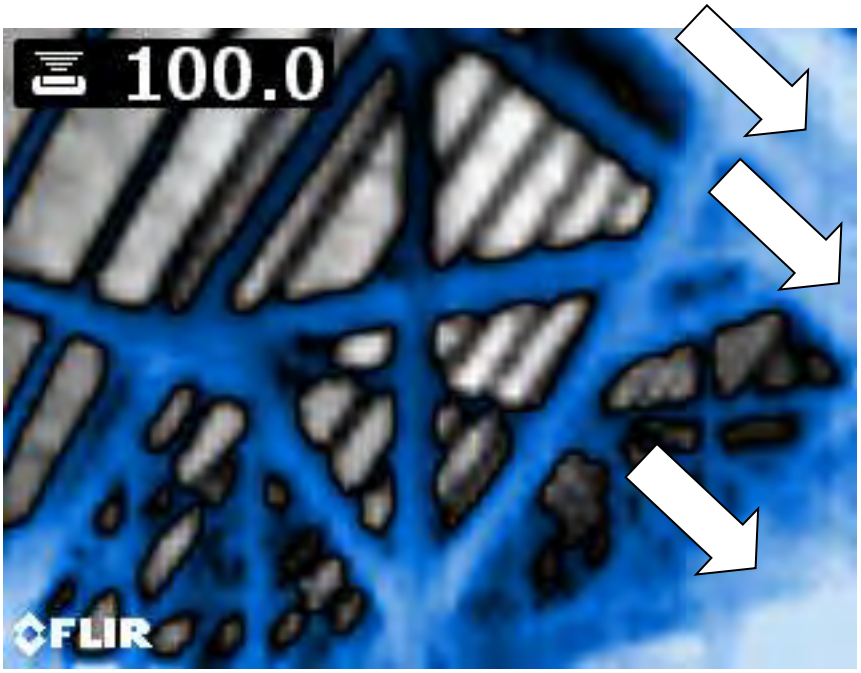


Rys. 16. Wynik badania wilgotności ze zintegrowaną kamerą termowizyjną FLIR MR160 więźby dolnej

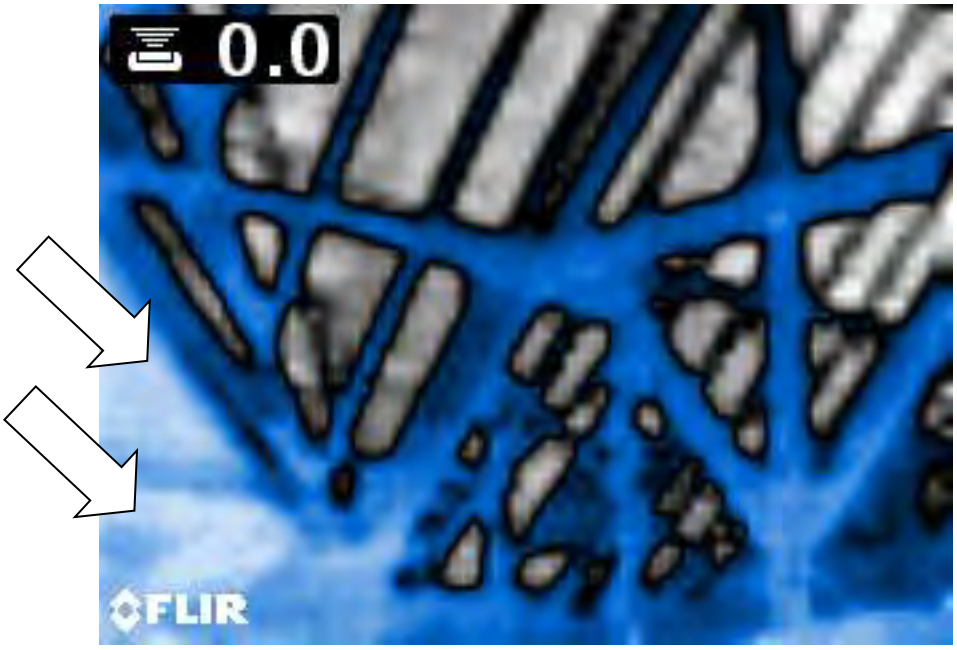


Rys. 17. Wynik badania wilgotności ze zintegrowaną kamerą termowizyjną FLIR MR160 więźby dolnej

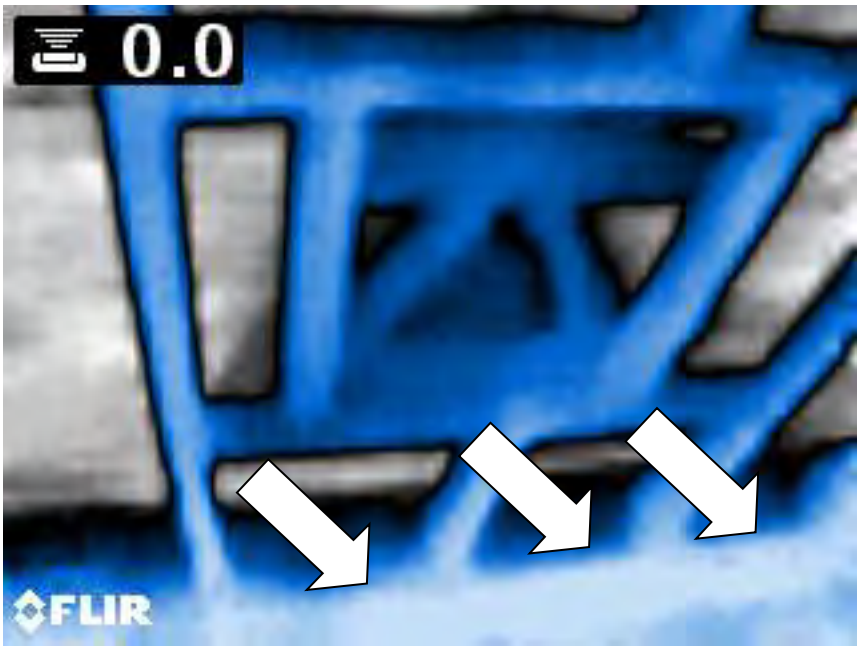
Rys. 18. Wynik badania wilgotności ze zintegrowaną kamerą termowizyjną FLIR MR160 więźby dolnej



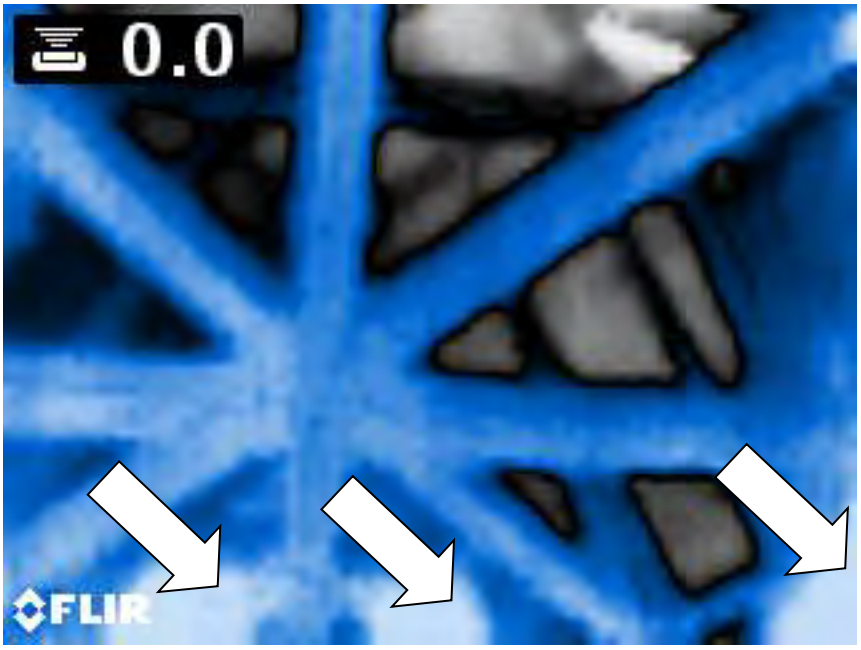
Rys. 19. Wynik badania wilgotności ze zintegrowaną kamerą termowizyjną FLIR MR160 więźby górnej



Rys. 20. Wynik badania wilgotności ze zintegrowaną kamerą termowizyjną FLIR MR160 więźby górnej



Rys. 21. Wynik badania wilgotności ze zintegrowaną kamerą termowizyjną FLIR MR160 więźby górnej



Rys. 22. Wynik badania wilgotności ze zintegrowaną kamerą termowizyjną FLIR MR160 więźby górnej

6. WIZUALNA OCENA GATUNKU DRZEWA

Przeprowadzono oględziny elementów drewnianych dolnej i górnej więźby dachowej. Przykładowe szczegóły elementów pokazano na rys. 23÷25. Stwierdzono, że więźbę dachową wykonano głównie z drewna sosnowego, a lokalnie zabudowano również elementy z drewna świerkowego.

Rys. 23. Szczegół elementu drewnianego

Rys. 24. Szczegół elementu drewnianego

Rys. 25. Szczegół elementu drewnianego

DL USŁUGI W BUDOWNICTWIE ŁUKASZ DROBIEC

P R O J E K T O W A N I E, E K S P E R T Y Z Y, O P I N I E, N A D Z O R Y

ul. KRASZEWSKIEGO 4, 41-400 MYSŁOWICE, tel. 32 318 18 65, tel. kom. 505 807 349

NIP 222-042-69-14, REGON: 241545767

TEMAT:	**ZAŁĄCZNIK NR 2** **DO EKSPERTYZY DACHU BUDYNKU KOŚCIOŁA PARAFIALNEGO P.W. ŚW. STANISŁAWA BISKUPA I MĘCZENNIKA W CZELADZI** **SPRAWDZAJĄCE OBLICZENIA STATYCZNO-WYTRZYMAŁOŚCIOWE**
ZAMAWIAJĄCY:	**Parafia św. Stanisława Biskupa i Męczennika w Czeladzi** ul. Bolesława Pieńkowskiego 1, 41-250 Czeladź
ZAKRES OPRACOWANIA:	Załącznik zawiera wyniki sprawdzających obliczeń konstrukcji dachu.
ZESPÓŁ AUTORSKI:	**Prof. dr hab. inż. Łukasz Drobiec** **Rzeczoznawca Budowlany** w specjalności konstrukcyjno-budowlanej obejmującej projektowanie i kierowanie robotami budowlanymi bez ograniczeń, dec. Nr RZE/X/0021/12 **Uprawnienia Budowlane** do projektowania i kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń w specjalności konstrukcyjno-budowlanej Nr ewid. **SLK/1480/POOK/06** i **744/01** **Członek Śląskiej Izby Inżynierów Budownictwa** o nr ewid. **SLK/BO/0384/03** posiada wymagane ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej do 31.07.2024 r. *prof. dr hab. inż. Łukasz Drobiec* Rzeczoznawca Budowlany w specjalności konstrukcyjno-budowlanej obejmującej projektowanie i kierowanie robotami budowlanymi bez ograniczeń, dec. Nr RZE/X/0021/12 Uprawnienia Budowlane do projektowania i kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń w specjalności konstrukcyjno-budowlanej Nr ewid. SLK/1480/POOK/06 i 744/01 ..... podpis
	Mgr inż. Joanna Drobiec **Ukończyła kurs brakarski** wytrzymałościowego sortowania tarcicy konstrukcyjnej metodą wizualną. Certyfikat nr KBT/04/04/2024 ..... podpis
	Dr inż. Krzysztof Grzyb **Uprawnienia Budowlane** do projektowania i kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń w specjalności konstrukcyjno-budowlanej Nr ewid. **SLK/1104/PWBKb/23** **Członek Śląskiej Izby Inżynierów Budownictwa** o nr ewid. **SLK/BO/3067/23** posiada wymagane ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej do 31.12.2024 r. dr inż. Krzysztof Grzyb Uprawnienia budowlane do projektowania i kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń w specjalności konstrukcyjno-budowlanej nr ewid. SLK/1104/PWBKb/23 ..... podpis
	Inż. arch. Kacper Drobiec ..... Podpis
DATA:	czerwiec, 2024

SPIS TREŚCI

1. Wprowadzenie 3
2. Pulpitowy dach niższy (przekrój A-A) 3
2.1. Obciążenia stałe 3
2.2. Krokiew 4
3. Wieszarowy dach niższy (przekrój B-B) 10
3.1. Obciążenia stałe 10
3.2. Krokiew 10
3.3. Płatew kalenicowa 17
3.4. Płatew pośrednia 25
3.5. Wieszar 34
4. Wieszarowy dach wyższy (przekrój C-C) 54
4.1. Obciążenia stałe 54
4.2. Krokiew 54
4.3. Płatew kalenicowa 61
4.4. Płatew pośrednia 69
4.5. Wieszar 78

1. WPROWADZENIE

Obliczenia wykonuje się dla stanu istniejącego.

Obliczenia wykonano zgodnie z obowiązującymi normami z pakietu Eurokodów:

PN-EN 1990:2004/NA:2010: Eurokod: Podstawy projektowania konstrukcji.

PN-EN 1991-1-1:2004/NA:2010: Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-1: Oddziaływania ogólne. Ciężar objętościowy, ciężar własny, obciążenia użytkowe w budynkach.

PN-EN 1991-1-3:2005/NA:2010/A1:2015: Eurokod 1. Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-3: Oddziaływania ogólne. Obciążenie śniegiem.

PN-EN 1991-1-4:2008/NA:2010: Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-4: Oddziaływania ogólne. Oddziaływania wiatru.

PN-EN 1995-1-1:2010/NA:2010: Projektowanie konstrukcji drewnianych**.** Część 1-1: Postanowienia ogólne. Reguły ogólne i reguły dotyczące budynków.

Obliczenia wykonano z wykorzystaniem programów z pakietu Specbud 14.

2. PULPITOWY DACH NIŻSZY (PRZEKRÓJ A-A)

2.1. OBCIĄŻENIA STAŁE

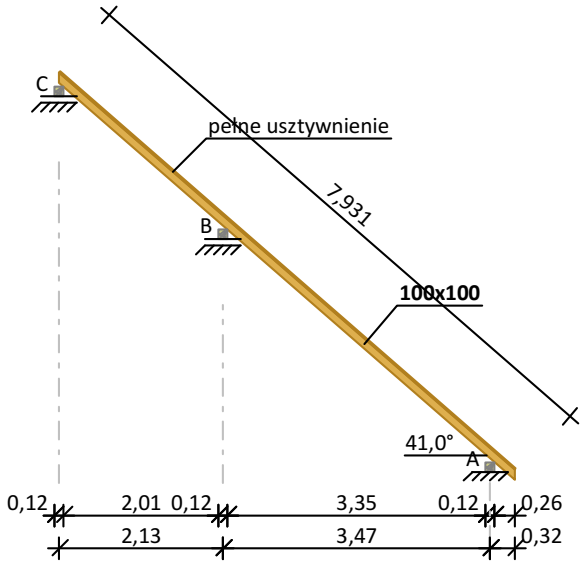
Ciężar własny konstrukcji wygenerowano automatycznie w programie obliczeniowym na podstawie zadanych charakterystyk geometrycznych i materiałowych. Zestawienie pozostałych obciążeń stałych pokazano w tablicy 1.

Tablica 1. Ciężar pokrycia dachowego

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m^2
1.	Deskowanie pełne [6,0 kN/m^3 x 0,025 m = 0,15 kN/m^2]	0,15
2.	Pokrycie z blachy gr. 0,6 mm [78,5 kN/m^3 x 0,0006 m = 0,05 kN/m^2]	0,05
	Σ:	**0,20**

2.2. KROKIEW

DANE:
Szkic



Kąt nachylenia połaci dachowej α = 41,0°
Odcinek wspornika l_1 = 0,32 m
Odcinek A-B l_2 = 3,47 m
Odcinek B-C l_3 = 2,13 m
Rozstaw osiowy krokwi a = 0,80 m
Podpora A: nieprzesuwna; b = 0,12 m
Podpora B: przesuwna; b = 0,12 m
Podpora C: przesuwna; b = 0,12 m
Usztywnienia boczne krokwi - na całej długości elementu

Dane materiałowe:
Drewno lite iglaste **C22** wg PN-EN 338:2016-06
Krokiew 100x100 mm

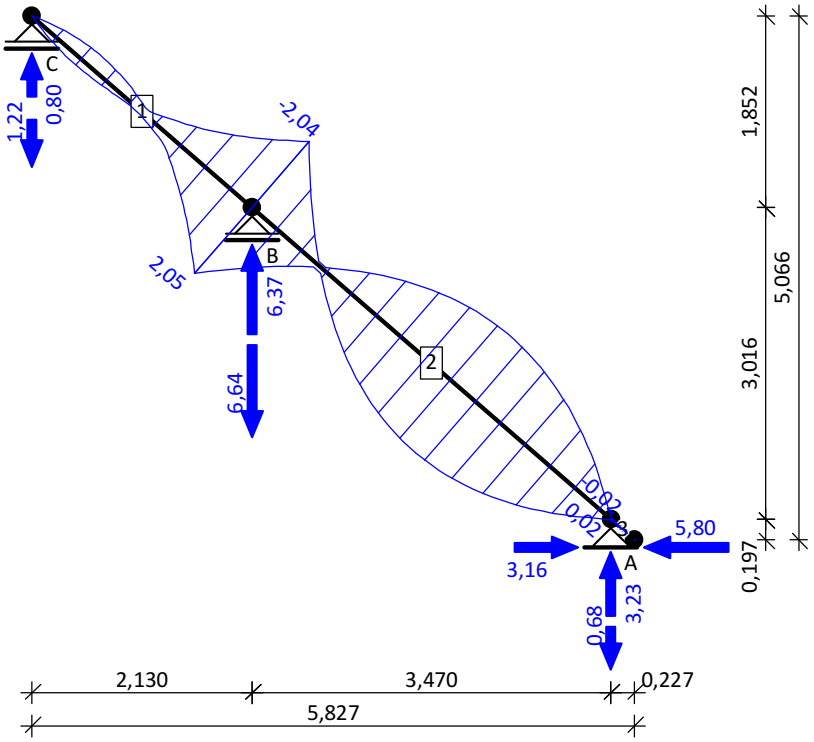
Obciążenia:
Pokrycie dachu g_1 = 0,200 kN/m²
Uwzględniono ciężar własny elementu
Obciążenie warstwami wykończeniowymi:
- na całej długości krokwi bez wsporników g_2 = 0,00 kN/m²
- na pozostałej części krokwi g_3 = 0,00 kN/m²
Obciążenie śniegiem wyznaczono automatycznie
- Iloczyn współczynnika ekspozycji, współczynnika termicznego i obciążenia charakterystycznego śniegiem gruntu $C_e \cdot C_t \cdot s_k$ = 0,900 kN/m²

Obciążenie wiatrem wyznaczono automatycznie jak dla strefy środkowej dachu jednospadowego
- Parametry dachu:
- Wysokość całkowita h = 15,00 m
- Długość dachu c = 40,00 m
- Długość okapów c_1 = 0,30 m
- Szerokość dachu przyjęto wg zdefiniowanych wymiarów obliczanego elementu
- Szczytowe ciśnienie prędkości wiatru $q_{p(z)}$ = 0,599 kPa

Obciążenie użytkowe powierzchni dachu (krótkotrwałe)
q = 0,000 kN/m²

Założenia obliczeniowe:
Załącznik krajowy: PN-EN (Polska)
Klasa niezawodności konstrukcji - RC2
Klasa użytkowania konstrukcji - 2

WYNIKI:
Obwiednia momentów zginających [kNm]:



Reakcje podporowe dla poszczególnych przypadków:

podpora	R_V [kN]	R_H [kN]
stałe		
A	0,43	0,00
B	0,97	--
C	0,14	--

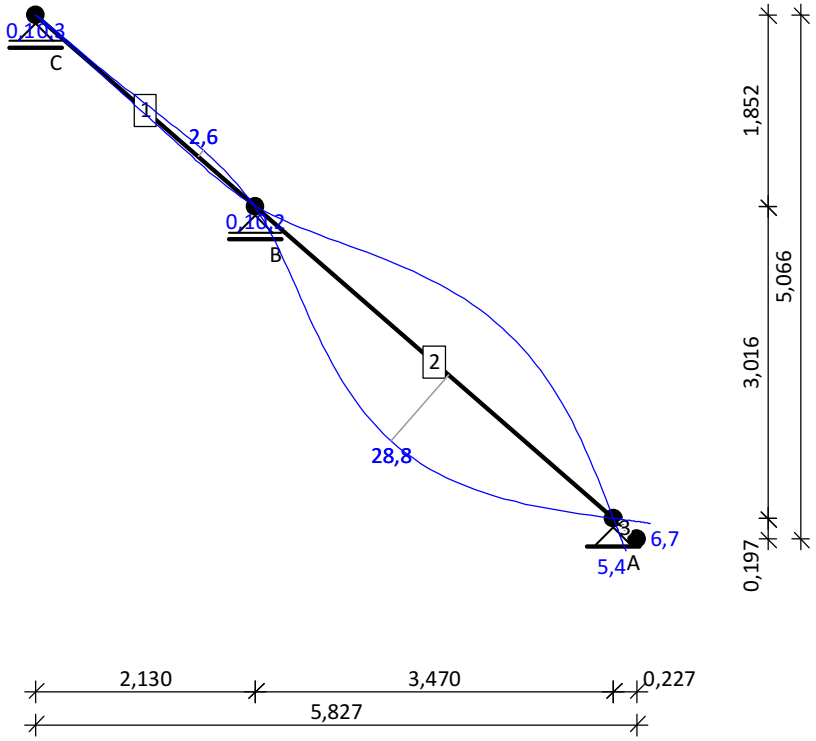
śnieg równomierny		
A	0,59	0,00
B	1,33	--
C	0,19	--
wiatr z lewej, strefa FH (ii)		
A	0,63	-1,69
B	-2,25	--
C	-0,33	--
wiatr z lewej, strefa GH		
A	0,47	-1,51
B	-2,00	--
C	-0,21	--
wiatr z lewej, strefa GH (ii)		
A	0,47	-1,51
B	-2,00	--
C	-0,21	--
wiatr z prawej, strefa FH		
A	-0,48	1,42
B	1,92	--
C	0,19	--
wiatr z prawej, strefa FH (ii)		
A	-0,10	-0,32
B	-0,27	--
C	0,00	--
wiatr z prawej, strefa GH		
A	-0,48	1,42
B	1,92	--
C	0,19	--
wiatr z prawej, strefa GH (ii)		
A	-0,10	-0,32
B	-0,27	--
C	0,00	--
wiatr na ścianę szczytową, strefa FGF		
A	1,36	-3,40
B	-4,46	--
C	-0,82	--
wiatr ściana szczytowa, strefa H		
A	0,86	-2,32
B	-3,09	--
C	-0,44	--
wiatr ściana szczytowa, strefa I		

A	0,77	-2,01
B	-2,70	--
C	-0,39	--
ciśnienie wewnętrzne		
A	0,17	-0,46
B	-0,62	--
C	-0,09	--
ciśnienie wewnętrzne (ii)		
A	-0,26	0,69
B	0,93	--
C	0,13	--

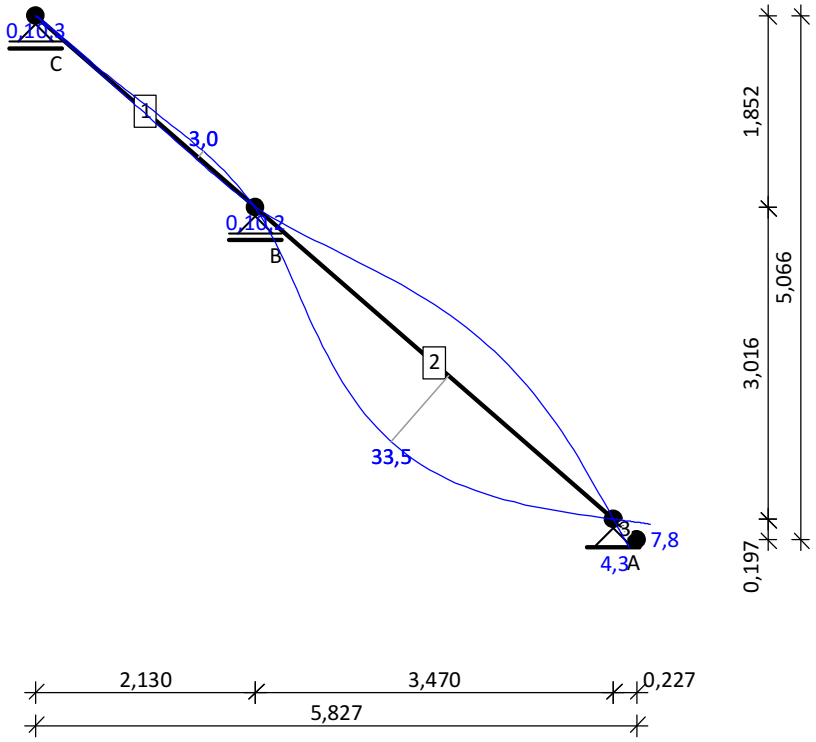
Ekstremalne reakcje podporowe:

podpora	R_V [kN]	R_H [kN]	kombinacja
A	**3,23** **-0,68** -0,18	**-5,80** 3,16 **3,16**	**K135:** 0,85·1,35·stałe+(1,5·wiatr na ścianę szczytową, strefa FGF+1,5·ciśnienie wewnętrzne)+1,5·0,5·śnieg równomierny **K184:** 1,0·stałe+(1,5·wiatr z prawej, strefa FH+1,5·ciśnienie wewnętrzne (ii)) **K120:** 0,85·1,35·stałe+(1,5·wiatr z prawej, strefa FH+1,5·ciśnienie wewnętrzne (ii))+1,5·0,5·śnieg równomierny
B	**6,37** **-6,64**	0,00 0,00	**K120:** 0,85·1,35·stałe+(1,5·wiatr z prawej, strefa FH+1,5·ciśnienie wewnętrzne (ii))+1,5·0,5·śnieg równomierny **K199:** 1,0·stałe+(1,5·wiatr na ścianę szczytową, strefa FGF+1,5·ciśnienie wewnętrzne)
C	**0,80** **-1,22**	0,00 0,00	**K128:** 0,85·1,35·stałe+(1,5·wiatr z prawej, strefa GH+1,5·ciśnienie wewnętrzne (ii))+1,5·0,5·śnieg równomierny **K199:** 1,0·stałe+(1,5·wiatr na ścianę szczytową, strefa FGF+1,5·ciśnienie wewnętrzne)

Obwiednia SGU charakterystyczna:
Wykres przemieszczeń chwilowych [mm]:



Obwiednia SGU quasi-stała + p.2.2.3(3) EN 1995-1-1:
Wykres przemieszczeń końcowych [mm]:



Krokiew 100x100 mm

→ A = 100,0 cm², W_y = 166,7 cm³, W_z = 166,7 cm³, J_y = 833,3 cm⁴, J_z = 833,3 cm⁴, J_{tor} = 1406,7 cm⁴, m = 4,1 kg/m

Drewno lite iglaste **C22** wg PN-EN 338:2016-06

→ $f_{t,0,k}$ = 13 MPa, $f_{c,0,k}$ = 20 MPa, $f_{m,k}$ = 22 MPa, $f_{v,k}$ = 3,8 MPa, $E_{0,mean}$ = 10 GPa, ρ_k = 340 kg/m³, ρ_{mean} = 410 kg/m³

SGN - Zginanie z rozciąganiem osiowym:

Decyduje kombinacja: **K120:** 0,85·1,35·stałe+(1,5·wiatr z prawej, strefa FH+1,5·ciśnienie wewnętrzne (ii))+1,5·0,5·śnieg równomierny → γ_M = 1,3; k_{mod} = 0,90

Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju **x = 0,00 m** na pręcie **2**:

$N_{t,d}$ = 3,90 kN, $\sigma_{t,0,d}$ = 0,39 MPa

$M_{y,d}$ = -2,04 kNm, $\sigma_{m,y,d}$ = 12,24 MPa

Warunek nośności:

$k_{h,y}$ = 1,084; $f_{m,y,d} = k_{h,y}\cdot(k_{mod}\cdot f_{m,k} / \gamma_M)$ = 16,52 MPa

k_h = 1,084; $f_{t,0,d} = k_h\cdot(k_{mod}\cdot f_{t,0,k} / \gamma_M)$ = 9,76 MPa

$\sigma_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d}$ = 0,040 + 0,741 = 0,781 < 1

SGN - Warunek stateczności - wyboczenie:

Decyduje kombinacja: **K199:** 1,0·stałe+(1,5·wiatr na ścianę szczytową, strefa FGF+1,5·ciśnienie wewnętrzne) → γ_M = 1,3; k_{mod} = 0,90

Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju **x = 0,00 m** na pręcie **2**:

$N_{c,d}$ = 5,53 kN, $\sigma_{c,0,d}$ = 0,55 MPa

$M_{y,d}$ = 2,05 kNm, $\sigma_{m,y,d}$ = 12,28 MPa

Warunek stateczności elementu:

l_{ey} = 4,60 m; $k_{c,y}$ = 0,121; l_{ez} = 0,00 m; k_m = 0,7

$f_{c,0,d} = k_{mod}\cdot f_{c,0,k} / \gamma_M$ = 13,85 MPa; $k_{h,y}$ = 1,084

$f_{m,y,d} = k_{h,y}\cdot(k_{mod}\cdot f_{m,k} / \gamma_M)$ = 16,52 MPa

$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y}\cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d}$ = 0,329 + 0,743 = 1,072 > 1

$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + k_m\cdot\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d}$ = 0,002 + 0,520 = 0,522 < 1

SGN - Warunek stateczności - zwichrzenie:

element o przekroju kwadratowym/okrągłym nie ulega zwichrzeniu

SGN - Ścinanie:

Decyduje kombinacja: **K120:** 0,85·1,35·stałe+(1,5·wiatr z prawej, strefa FH+1,5·ciśnienie wewnętrzne (ii))+1,5·0,5·śnieg równomierny → γ_M = 1,3; k_{mod} = 0,90

Siła poprzeczna i odpowiadające naprężenie dla przekroju **x = 0,00 m** na pręcie **2**:

k_{cr} = 1,0

$V_{z,d}$ = -2,76 kN, $\tau_{z,d}$ = 0,41 MPa

Warunek nośności:

$f_{v,d} = k_{mod}\cdot f_{v,k} / \gamma_M$ = 2,63 MPa

$\tau_{z,d}$ = 0,41 MPa < $f_{v,d}$ = 2,63 MPa (15,8%)

SGU - Ugięcie chwilowe:

Decyduje kombinacja: **K244:** stałe+(wiatr z prawej, strefa FH+ciśnienie wewnętrzne (ii))+0,5·śnieg równomierny

Wartości dla przekroju **x = 2,48 m** na pręcie **2**:

u_{inst} = (-) 28,8 mm < $u_{inst,lim}$ = 4598 / 150 = 30,7 mm (94,1%)

SGU - Ugięcie końcowe:

Decyduje kombinacja: **K306:** 1,8·stałe+(1,0·wiatr z prawej, strefa FH+1,0·ciśnienie wewnętrzne (ii))+0,5·śnieg równomierny

Wartości dla przekroju **x = 2,48 m** na pręcie **2**:

u_{fin} = (-) 33,5 mm < $u_{fin,lim}$ = 1,5·4598 / 200 = 34,5 mm (97,2%)

3. WIESZAROWY DACH NIŻSZY (PRZEKRÓJ B-B)

3.1. OBCIĄŻENIA STAŁE

Ciężar własny konstrukcji wygenerowano automatycznie w programie obliczeniowym na podstawie zadanych charakterystyk geometrycznych i materiałowych. Zestawienie pozostałych obciążeń stałych pokazano w tablicy 2.

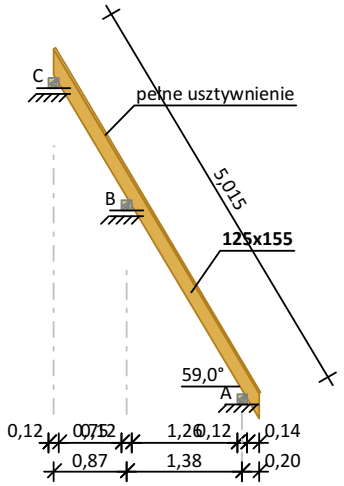
Tablica 2. Ciężar pokrycia dachowego

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m^2
1.	Deskowanie pełne [6,0 kN/m^3 x 0,025 m = 0,15 kN/m^2]	0,15
2.	Pokrycie z blachy gr. 0,6 mm [78,5 kN/m^3 x 0,0006 m = 0,05 kN/m^2]	0,05
	Σ:	**0,20**

3.2. KROKIEW

DANE:

Szkic



Kąt nachylenia połaci dachowej α = 59,0°
Odcinek wspornika l_1 = 0,20 m
Odcinek A-B l_2 = 1,38 m
Odcinek B-C l_3 = 0,87 m
Rozstaw osiowy krokwi a = 0,87 m
Podpora A: nieprzesuwna; b = 0,12 m
Podpora B: przesuwna; b = 0,12 m
Podpora C: przesuwna; b = 0,12 m
Usztywnienia boczne krokwi - na całej długości elementu

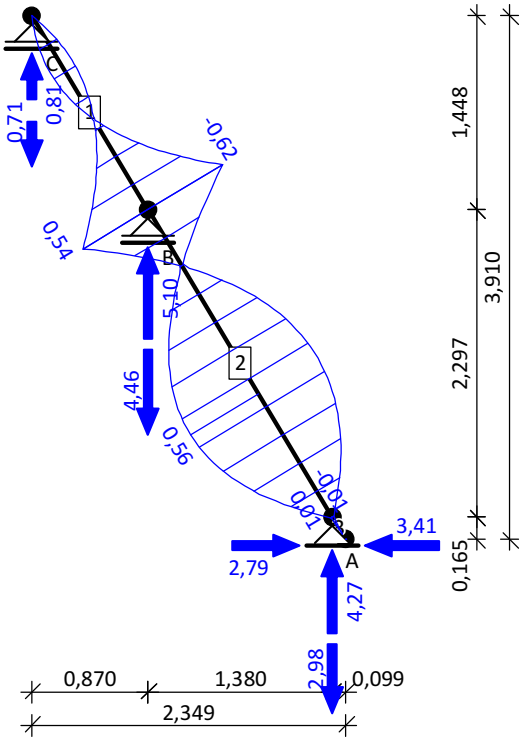
Dane materiałowe:
Drewno lite iglaste **C18** wg PN-EN 338:2016-06
Krokiew 125x155 mm

Obciążenia:
Pokrycie dachu g_1 = 0,200 kN/m²
Uwzględniono ciężar własny elementu
Obciążenie warstwami wykończeniowymi:
- na całej długości krokwi bez wsporników g_2 = 0,00 kN/m²
- na pozostałej części krokwi g_3 = 0,00 kN/m²
Obciążenie śniegiem wyznaczono automatycznie
- Iloczyn współczynnika ekspozycji, współczynnika termicznego i obciążenia charakterystycznego śniegiem gruntu $C_e \cdot C_t \cdot s_k$ = 0,900 kN/m²
Obciążenie wiatrem wyznaczono automatycznie jak dla strefy środkowej dachu jednospadowego
- Parametry dachu:
- Wysokość całkowita h = 15,00 m
- Długość dachu c = 9,00 m
- Długość okapów c_1 = 0,30 m
- Szerokość dachu przyjęto wg zdefiniowanych wymiarów obliczanego elementu
- Szczytowe ciśnienie prędkości wiatru $q_{p(z)}$ = 0,599 kPa
Obciążenie użytkowe powierzchni dachu (krótkotrwałe)
q = 0,000 kN/m²

Założenia obliczeniowe:
Załącznik krajowy: PN-EN (Polska)
Klasa niezawodności konstrukcji - RC2
Klasa użytkowania konstrukcji - 2

WYNIKI:

Obwiednia momentów zginających [kNm]:



Reakcje podporowe dla poszczególnych przypadków:

podpora	R_V [kN]	R_H [kN]
stałe		
A	0,29	0,00
B	0,70	--
C	0,11	--
śnieg równomierny		
A	0,01	0,00
B	0,03	--
C	0,00	--
wiatr z lewej, strefa FH (ii)		
A	1,14	-0,93
B	-1,47	--
C	-0,23	--
wiatr z lewej, strefa GH		
A	1,13	-0,93
B	-1,46	--
C	-0,22	--
wiatr z lewej, strefa GH (ii)		
A	1,13	-0,93
B	-1,46	--
C	-0,22	--
wiatr z prawej, strefa FH		
A	-1,54	1,29
B	1,99	--

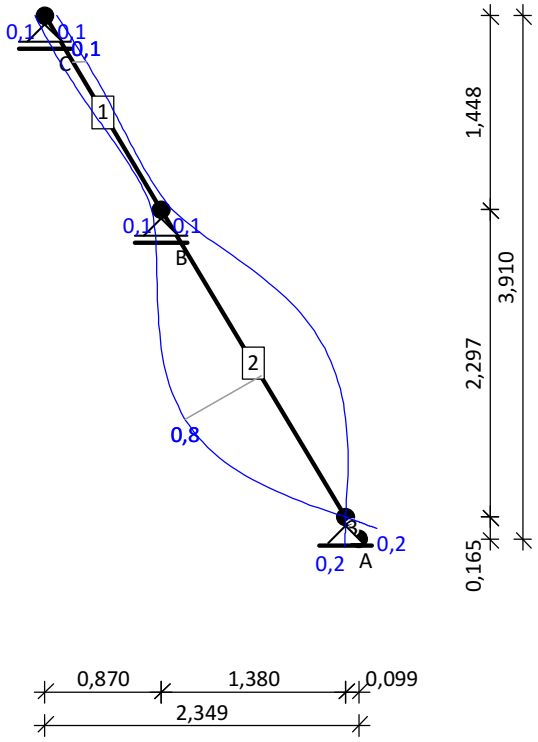
C	0,31	--
wiatr z prawej, strefa GH		
A	-1,54	1,29
B	1,99	--
C	0,31	--
wiatr ściana szczytowa, strefa H		
A	2,19	-1,89
B	-2,86	--
C	-0,46	--
wiatr ściana szczytowa, strefa I		
A	1,58	-1,32
B	-2,04	--
C	-0,33	--
ciśnienie wewnętrzne		
A	0,43	-0,38
B	-0,57	--
C	-0,09	--
ciśnienie wewnętrzne (ii)		
A	-0,65	0,58
B	0,86	--
C	0,14	--

Ekstremalne reakcje podporowe:

podpora	R_V [kN]	R_H [kN]	kombinacja
A	**4,27** **-2,98** -2,93	**-3,41** 2,79 **2,79**	**K97:** 0,85·1,35·stałe+(1,5·wiatr ściana szczytowa, strefa H+1,5·ciśnienie wewnętrzne)+1,5·0,5·śnieg równomierny **K140:** 1,0·stałe+(1,5·wiatr z prawej, strefa GH+1,5·ciśnienie wewnętrzne (ii)) **K90:** 0,85·1,35·stałe+(1,5·wiatr z prawej, strefa FH+1,5·ciśnienie wewnętrzne (ii))+1,5·0,5·śnieg równomierny
B	**5,10** **-4,46**	0,00 0,00	**K94:** 0,85·1,35·stałe+(1,5·wiatr z prawej, strefa GH+1,5·ciśnienie wewnętrzne (ii))+1,5·0,5·śnieg równomierny **K143:** 1,0·stałe+(1,5·wiatr ściana szczytowa, strefa H+1,5·ciśnienie wewnętrzne)
C	**0,81** **-0,71**	0,00 0,00	**K94:** 0,85·1,35·stałe+(1,5·wiatr z prawej, strefa GH+1,5·ciśnienie wewnętrzne (ii))+1,5·0,5·śnieg równomierny **K143:** 1,0·stałe+(1,5·wiatr ściana szczytowa, strefa H+1,5·ciśnienie wewnętrzne)

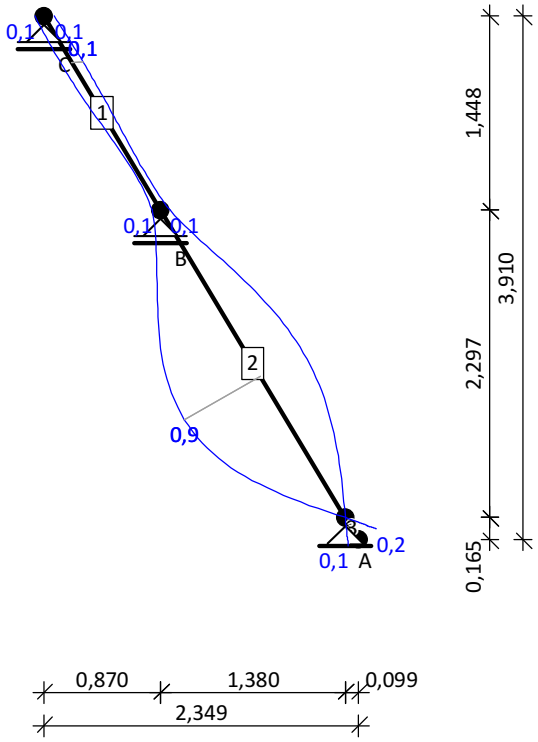
Obwiednia SGU charakterystyczna:

Wykres przemieszczeń chwilowych [mm]:



Obwiednia SGU quasi-stała + p.2.2.3(3) EN 1995-1-1:

Wykres przemieszczeń końcowych [mm]:



Krokiew 125x155 mm

→ A = 193,7 cm², W_y = 500,5 cm³, W_z = 403,6 cm³, J_y = 3879,0 cm⁴, J_z = 2522,8 cm⁴, J_{tor} = 5143,2 cm⁴, m = 7,4 kg/m

Drewno lite iglaste **C18** wg PN-EN 338:2016-06

→ $f_{t,0,k}$ = 10 MPa, $f_{c,0,k}$ = 18 MPa, $f_{m,k}$ = 18 MPa, $f_{v,k}$ = 3,4 MPa, $E_{0,mean}$ = 9 GPa, ρ_k = 320 kg/m³, ρ_{mean} = 380 kg/m³

SGN - Zginanie z rozciąganiem osiowym:

Decyduje kombinacja: **K90:** 0,85·1,35·stałe+(1,5·wiatr z prawej, strefa FH+1,5·ciśnienie wewnętrzne (ii))+1,5·0,5·śnieg równomierny → γ_M = 1,3; k_{mod} = 0,90

Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju **x = 0,00 m** na pręcie **2**:

$N_{t,d}$ = 4,64 kN, $\sigma_{t,0,d}$ = 0,24 MPa

$M_{y,d}$ = -0,62 kNm, $\sigma_{m,y,d}$ = 1,23 MPa

Warunek nośności:

$f_{m,y,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M$ = 12,46 MPa

$f_{t,0,d} = k_{mod} \cdot f_{t,0,k} / \gamma_M$ = 6,92 MPa

$\sigma_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d}$ = 0,035 + 0,099 = 0,134 < 1

SGN - Warunek stateczności - wyboczenie:

Decyduje kombinacja: **K143:** 1,0·stałe+(1,5·wiatr ściana szczytowa, strefa H+1,5·ciśnienie wewnętrzne) → γ_M = 1,3; k_{mod} = 0,90

Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju **x = 0,00 m** na pręcie **2**:

$N_{c,d}$ = 4,79 kN, $\sigma_{c,0,d}$ = 0,25 MPa

$M_{y,d}$ = 0,54 kNm, $\sigma_{m,y,d}$ = 1,07 MPa

Warunek stateczności elementu:

l_{ey} = 2,68 m; $k_{c,y}$ = 0,657; l_{ez} = 0,00 m; k_m = 0,7

$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M$ = 12,46 MPa

$f_{m,y,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M$ = 12,46 MPa

$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d}$ = 0,030 + 0,086 = 0,116 < 1

$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d}$ = 0,000 + 0,060 = 0,061 < 1

SGN - Warunek stateczności - zwichrzenie:

element zabezpieczony przed zwichrzeniem

SGN - Ścinanie:

Decyduje kombinacja: **K90:** 0,85·1,35·stałe+(1,5·wiatr z prawej, strefa FH+1,5·ciśnienie wewnętrzne (ii))+1,5·0,5·śnieg równomierny → γ_M = 1,3; k_{mod} = 0,90

Siła poprzeczna i odpowiadające naprężenie dla przekroju **x = 0,00 m** na pręcie **2**:

k_{cr} = 0,67

$V_{z,d}$ = -1,48 kN, $\tau_{z,d}$ = 0,17 MPa

Warunek nośności:

$f_{v,d} = k_{mod} \cdot f_{v,k} / \gamma_M$ = 2,35 MPa

$\tau_{z,d}$ = 0,17 MPa < $f_{v,d}$ = 2,35 MPa (7,2%)

SGN - Docisk na podporze:

Decyduje kombinacja: **K90:** 0,85·1,35·stałe+(1,5·wiatr z prawej, strefa FH+1,5·ciśnienie wewnętrzne (ii))+1,5·0,5·śnieg równomierny → γ_M = 1,3; k_{mod} = 0,90

Podpora B → Reakcja $R_{V,B}$ = 5,10 kN; a_p = 35 mm; b_e = 125 mm

$k_{c,90}$ = 1,00
$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M$ = 12,46 MPa
$f_{c,90,d} = k_{mod} \cdot f_{c,90,k} / \gamma_M$ = 1,52 MPa
$\sigma_{c,31,d}$ = 1,16 MPa < $f_{c,0,d} /[(f_{c,0,d}/(k_{c,90} \cdot f_{c,90,d})) \cdot \sin^2 31° + \cos^2 31°]$ = 4,29 MPa (27,2%)

SGU - Ugięcie chwilowe:

Decyduje kombinacja: **K178:** stałe+(wiatr z prawej, strefa FH+ciśnienie wewnętrzne (ii))+0,5·śnieg równomierny

Wartości dla przekroju **x = 1,45 m** na pręcie **2**:

u_{inst} = (-) 0,8 mm < $u_{inst,lim}$ = 2679 / 350 = 7,7 mm (10,6%)

SGU - Ugięcie końcowe:

Decyduje kombinacja: **K222:** 1,8·stałe+(1,0·wiatr z prawej, strefa FH+1,0·ciśnienie wewnętrzne (ii))+0,5·śnieg równomierny

Wartości dla przekroju **x = 1,45 m** na pręcie **2**:

u_{fin} = (-) 0,9 mm < $u_{fin,lim}$ = 1,5·2679 / 200 = 20,1 mm (4,6%)

Krokiew w miejscu oparcia na podporze 125x125 mm

→ A = 156,3 cm², W_y = 325,5 cm³, W_z = 325,5 cm³, J_y = 2034,5 cm⁴, J_z = 2034,5 cm⁴, J_{tor} = 3434,2 cm⁴, m = 5,9 kg/m

Drewno lite iglaste **C18** wg PN-EN 338:2016-06

→ $f_{t,0,k}$ = 10 MPa, $f_{c,0,k}$ = 18 MPa, $f_{m,k}$ = 18 MPa, $f_{v,k}$ = 3,4 MPa, $E_{0,mean}$ = 9 GPa, ρ_k = 320 kg/m³, ρ_{mean} = 380 kg/m³

SGN - Zginanie z rozciąganiem osiowym:

Decyduje kombinacja: **K90:** 0,85·1,35·stałe+(1,5·wiatr z prawej, strefa FH+1,5·ciśnienie wewnętrzne (ii))+1,5·0,5·śnieg równomierny → γ_M = 1,3; k_{mod} = 0,90

Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju **x = 0,00 m** na pręcie **2**:

$N_{t,d}$ = 4,64 kN, $\sigma_{t,0,d}$ = 0,30 MPa
$M_{y,d}$ = -0,62 kNm, $\sigma_{m,y,d}$ = 1,90 MPa

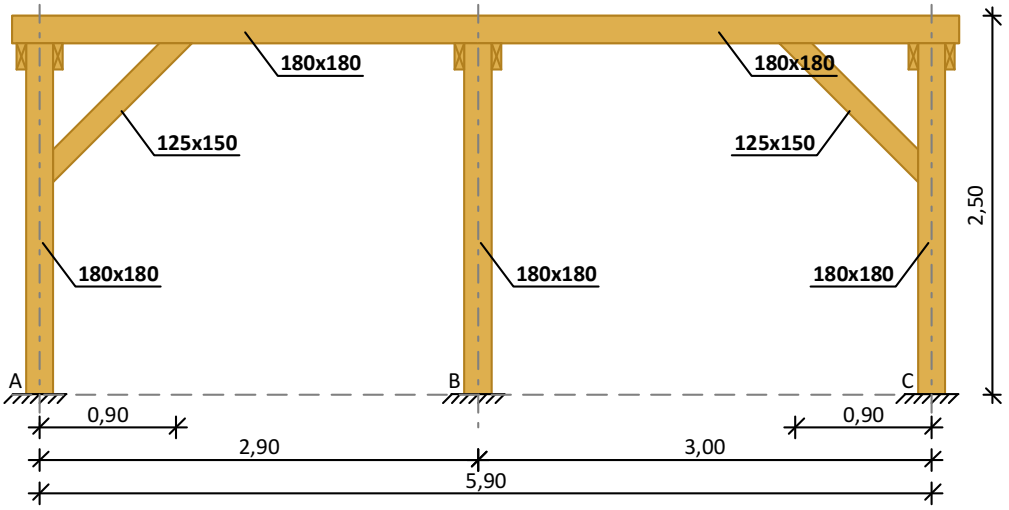
Warunek nośności:

$k_{h,y}$ = 1,037; $f_{m,y,d} = k_{h,y} \cdot (k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M)$ = 12,92 MPa
k_h = 1,037; $f_{t,0,d} = k_h \cdot (k_{mod} \cdot f_{t,0,k} / \gamma_M)$ = 7,18 MPa
$\sigma_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d}$ = 0,041 + 0,147 = 0,188 < 1

3.3. PŁATEW KALENICOWA

DANE:

Szkic



Dane materiałowe:

Drewno lite iglaste **C22** wg PN-EN 338:2016-06
Płatew 180x180 mm
Słup 180x180 mm
Miecz 125x150 mm

Obciążenia:

Przypadki obciążenia stałego i odpowiadające wartości obciążeń:
- stałe g_z = 0,127 kN/m; g_y = 0,000 kN/m

Uwzględniono ciężar własny elementu
Przypadki obciążenia śniegiem i odpowiadające wartości obciążeń:
- śnieg równomierny s_z = 0,006 kN/m; s_y = 0,000 kN/m

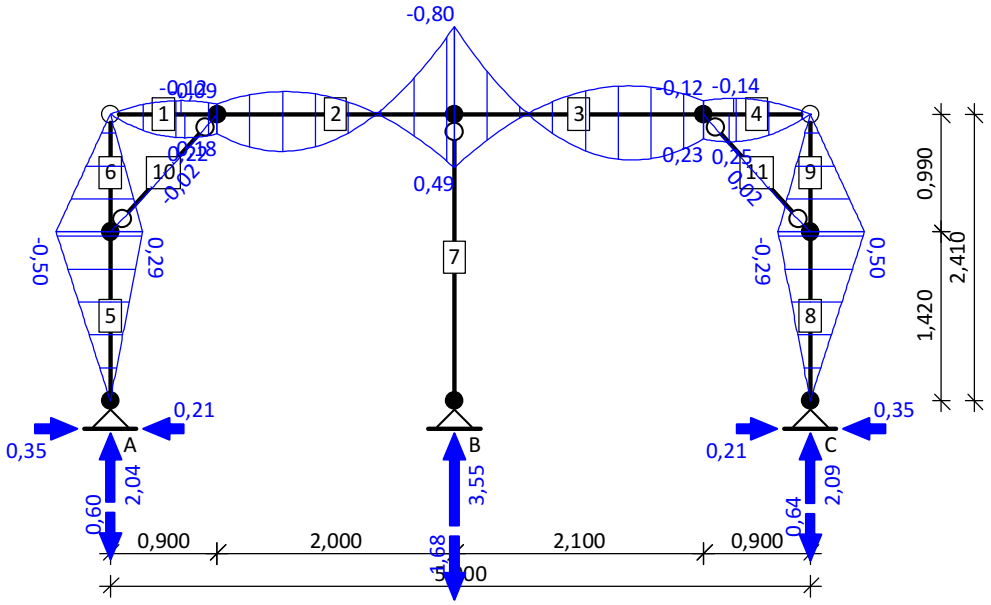
Przypadki obciążenia wiatrem i odpowiadające wartości obciążeń:
- wiatr z lewej, strefa FH (ii) w_z = -0,263 kN/m; w_y = 0,000 kN/m
- wiatr z lewej, strefa GH w_z = -0,257 kN/m; w_y = 0,000 kN/m
- wiatr z lewej, strefa GH (ii) w_z = -0,257 kN/m; w_y = 0,000 kN/m
- wiatr z prawej, strefa FH w_z = 0,362 kN/m; w_y = 0,000 kN/m
- wiatr z prawej, strefa GH w_z = 0,362 kN/m; w_y = 0,000 kN/m
- wiatr ściana szczytowa, strefa H w_z = -0,525 kN/m; w_y = 0,000 kN/m
- wiatr ściana szczytowa, strefa I w_z = -0,374 kN/m; w_y = 0,000 kN/m
- ciśnienie wewnętrzne w_z = -0,106 kN/m; w_y = 0,000 kN/m
- ciśnienie wewnętrzne (ii) w_z = 0,158 kN/m; w_y = 0,000 kN/m

Obciążenie użytkowe powierzchni dachu q_z = 0,000 kN/m
Obciążenie zmienne (użytkowe stropu; ψ_0 = 1,00; ψ_1 = 1,00; ψ_2 = 1,00; średniotrwałe)
q_z = 0,000 kN/m

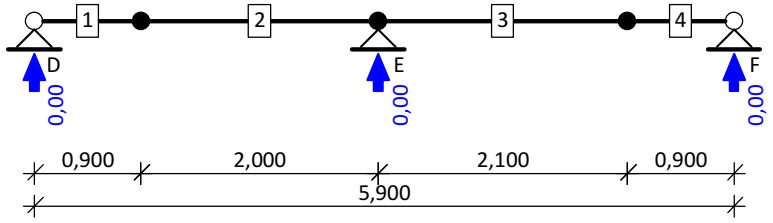
Założenia obliczeniowe:
Załącznik krajowy: PN-EN (Polska)
Klasa niezawodności konstrukcji - RC2
Klasa użytkowania konstrukcji - 2

WYNIKI:
Obwiednia momentów zginających [kNm]:

Kierunek pionowy:



Kierunek poziomy:



Reakcje podporowe dla poszczególnych przypadków:

podpora	R_V [kN]	R_H [kN]	R_Z [kN]
stałe			
A	0,78	0,09	--
B	1,09	0,00	--
C	0,79	-0,09	--
D	--	--	0,00
E	--	--	0,00
F	--	--	0,00
śnieg równomierny			
A	0,01	0,00	--

B	0,02	0,00	--
C	0,01	0,00	--
D	--	--	0,00
E	--	--	0,00
F	--	--	0,00
wiatr z lewej, strefa FH (ii)			
A	-0,38	-0,08	--
B	-0,77	0,00	--
C	-0,40	0,08	--
D	--	--	0,00
E	--	--	0,00
F	--	--	0,00
wiatr z lewej, strefa GH			
A	-0,38	-0,08	--
B	-0,75	0,00	--
C	-0,39	0,08	--
D	--	--	0,00
E	--	--	0,00
F	--	--	0,00
wiatr z lewej, strefa GH (ii)			
A	-0,38	-0,08	--
B	-0,75	0,00	--
C	-0,39	0,08	--
D	--	--	0,00
E	--	--	0,00
F	--	--	0,00
wiatr z prawej, strefa FH			
A	0,53	0,11	--
B	1,06	0,00	--
C	0,55	-0,11	--
D	--	--	0,00
E	--	--	0,00
F	--	--	0,00
wiatr z prawej, strefa GH			
A	0,53	0,11	--
B	1,06	0,00	--
C	0,55	-0,11	--
D	--	--	0,00
E	--	--	0,00
F	--	--	0,00
wiatr ściana szczytowa, strefa H			
A	-0,77	-0,16	--
B	-1,54	0,00	--
C	-0,79	0,16	--
D	--	--	0,00
E	--	--	0,00
F	--	--	0,00
wiatr ściana szczytowa, strefa I			
A	-0,55	-0,12	--
B	-1,10	0,00	--

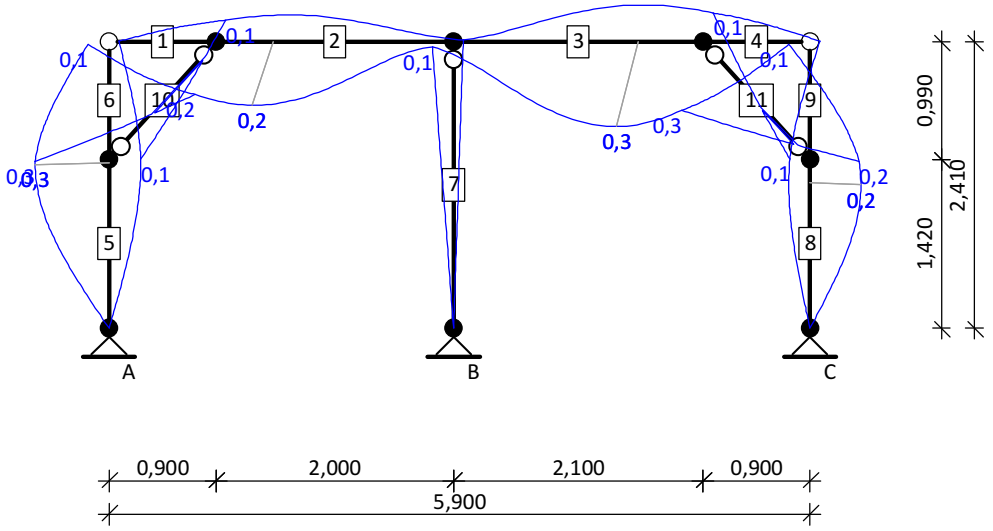
C	-0,56	0,12	--
D	--	--	0,00
E	--	--	0,00
F	--	--	0,00
ciśnienie wewnętrzne			
A	-0,15	-0,03	--
B	-0,31	0,00	--
C	-0,16	0,03	--
D	--	--	0,00
E	--	--	0,00
F	--	--	0,00
ciśnienie wewnętrzne (ii)			
A	0,23	0,05	--
B	0,46	0,00	--
C	0,24	-0,05	--
D	--	--	0,00
E	--	--	0,00
F	--	--	0,00

Ekstremalne reakcje podporowe:

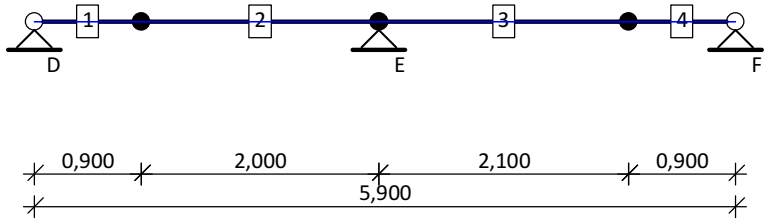
	R_V [kN]	R_H [kN]	R_Z [kN]	kombinacja
A	**2,04** **-0,60**	**0,35** **-0,21**	-- --	**K90:** 0,85·1,35·stałe+(1,5·wiatr z prawej, strefa FH+1,5·ciśnienie wewnętrzne (ii))+1,5·0,5·śnieg równomierny **K143:** 1,0·stałe+(1,5·wiatr ściana szczytowa, strefa H+1,5·ciśnienie wewnętrzne)
B	**3,55** **-1,68**	**0,00** **0,00**	-- --	**K90:** 0,85·1,35·stałe+(1,5·wiatr z prawej, strefa FH+1,5·ciśnienie wewnętrzne (ii))+1,5·0,5·śnieg równomierny **K143:** 1,0·stałe+(1,5·wiatr ściana szczytowa, strefa H+1,5·ciśnienie wewnętrzne)
C	**2,09** **-0,64**	**-0,35** **0,21**	-- --	**K90:** 0,85·1,35·stałe+(1,5·wiatr z prawej, strefa FH+1,5·ciśnienie wewnętrzne (ii))+1,5·0,5·śnieg równomierny **K143:** 1,0·stałe+(1,5·wiatr ściana szczytowa, strefa H+1,5·ciśnienie wewnętrzne)
D				
E				
F				

Obwiednia SGU charakterystyczna:
Wykres przemieszczeń chwilowych [mm]:

Kierunek pionowy:

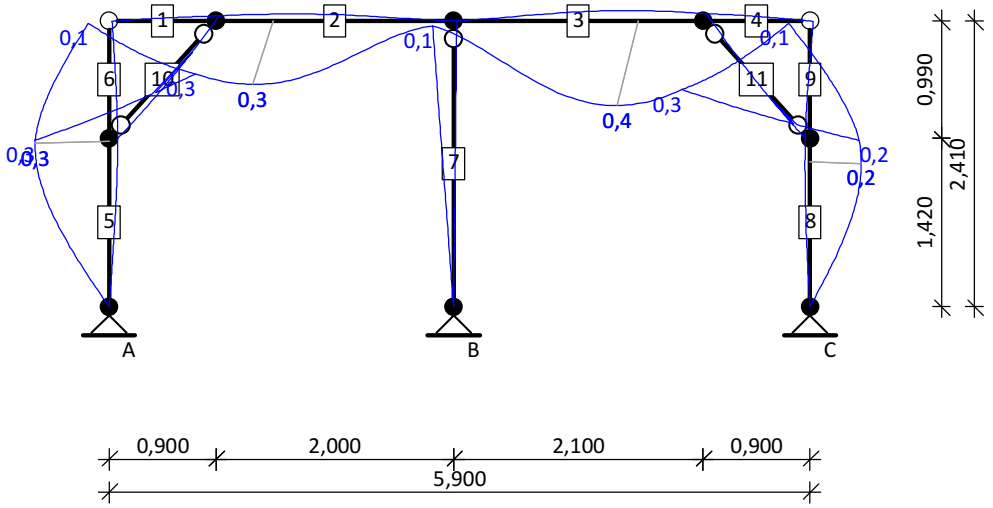


Kierunek poziomy:

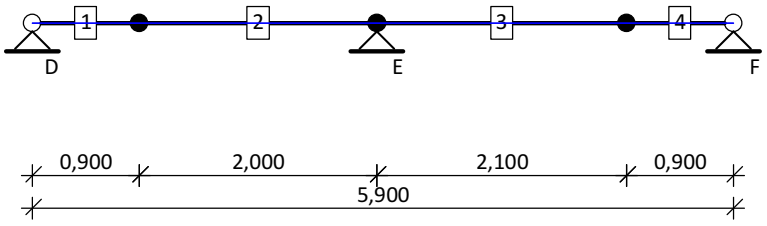


Obwiednia SGU quasi-stała + p.2.2.3(3) EN 1995-1-1:
Wykres przemieszczeń końcowych [mm]:

Kierunek pionowy:



Kierunek poziomy:



Płatew 180x180 mm

→ A = 324,0 cm², W_y = 972,0 cm³, W_z = 972,0 cm³, J_y = 8748,0 cm⁴, J_z = 8748,0 cm⁴, J_{tor} = 14766,6 cm⁴, m = 13,3 kg/m

Drewno lite iglaste **C22** wg PN-EN 338:2016-06

→ $f_{t,0,k}$ = 13 MPa, $f_{c,0,k}$ = 20 MPa, $f_{m,k}$ = 22 MPa, $f_{v,k}$ = 3,8 MPa, $E_{0,mean}$ = 10 GPa, ρ_k = 340 kg/m³, ρ_{mean} = 410 kg/m³

<u>SGN - Zginanie ze ściskaniem osiowym</u>:

Decyduje kombinacja: **K90:** 0,85·1,35·stałe+(1,5·wiatr z prawej, strefa FH+1,5·ciśnienie wewnętrzne (ii))+1,5·0,5·śnieg równomierny → γ_M = 1,3; k_{mod} = 0,90

Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju **x = 2,00 m** na pręcie **2**:

$N_{c,d}$ = 0,35 kN, $\sigma_{c,0,d}$ = 0,01 MPa

$M_{y,d}$ = -0,80 kNm, $\sigma_{m,y,d}$ = 0,82 MPa

Warunek nośności:

$f_{m,y,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M$ = 15,23 MPa

$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M$ = 13,85 MPa

$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,000 + 0,054 = 0,054 < 1$

<u>SGN - Warunek stateczności - wyboczenie:</u>

Decyduje kombinacja: **K90:** 0,85·1,35·stałe+(1,5·wiatr z prawej, strefa FH+1,5·ciśnienie wewnętrzne (ii))+1,5·0,5·śnieg równomierny → γ_M = 1,3; k_{mod} = 0,90

Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju **x = 2,00 m** na pręcie **2**:

$N_{c,d}$ = 0,35 kN, $\sigma_{c,0,d}$ = 0,01 MPa

$M_{y,d}$ = -0,80 kNm, $\sigma_{m,y,d}$ = 0,82 MPa

Warunek stateczności elementu:

l_{ey} = 0,90 m; $k_{c,y}$ = 1,000; l_{ez} = 0,90 m; $k_{c,z}$ = 1,000

$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M$ = 13,85 MPa

$f_{m,y,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M$ = 15,23 MPa

$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,001 + 0,054 = 0,055 < 1$

$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,001 + 0,038 = 0,039 < 1$

<u>SGN - Warunek stateczności - zwichrzenie:</u>

element o przekroju kwadratowym/okrągłym nie ulega zwichrzeniu

<u>SGN - Ścinanie</u>:

Decyduje kombinacja: **K90:** 0,85·1,35·stałe+(1,5·wiatr z prawej, strefa FH+1,5·ciśnienie wewnętrzne (ii))+1,5·0,5·śnieg równomierny → γ_M = 1,3; k_{mod} = 0,90

Siły poprzeczne i odpowiadające naprężenia dla przekroju **x = 0,00 m** na pręcie **3**:

k_{cr} = 0,67

$V_{z,d}$ = -1,62 kN, $\tau_{z,d}$ = 0,11 MPa
$V_{y,d}$ = 0,00 kN, $\tau_{y,d}$ = 0,00 MPa

Warunek nośności:

$f_{v,d} = k_{mod} \cdot f_{v,k} / \gamma_M$ = 2,63 MPa
$\tau_{z,d}$ = 0,11 MPa < $f_{v,d}$ = 2,63 MPa (4,3%)

SGU - Ugięcie chwilowe:

Decyduje kombinacja: **K178:** stałe+(wiatr z prawej, strefa FH+ciśnienie wewnętrzne (ii))+0,5·śnieg równomierny

Wartości dla przekroju **x = 0,00 m** na pręcie **4**:

$u_{inst} = (u_{inst,z}^2 + u_{inst,y}^2)^{0,5}$ = (-) 0,2 mm < $u_{inst,lim}$ = 900 / 350 = 2,6 mm (9,3%)

SGU - Ugięcie końcowe:

Decyduje kombinacja: **K222:** 1,8·stałe+(1,0·wiatr z prawej, strefa FH+1,0·ciśnienie wewnętrzne (ii))+0,5·śnieg równomierny

Wartości dla przekroju **x = 0,00 m** na pręcie **4**:

$u_{fin} = (u_{fin,z}^2 + u_{fin,y}^2)^{0,5}$ = (-) 0,3 mm < $u_{fin,lim}$ = 900 / 200 = 4,5 mm (6,8%)

Słup 180x180 mm

→ A = 324,0 cm², W_y = 972,0 cm³, W_z = 972,0 cm³, J_y = 8748,0 cm⁴, J_z = 8748,0 cm⁴, J_{tor} = 14766,6 cm⁴, m = 13,3 kg/m

Drewno lite iglaste **C22** wg PN-EN 338:2016-06

→ $f_{t,0,k}$ = 13 MPa, $f_{c,0,k}$ = 20 MPa, $f_{m,k}$ = 22 MPa, $f_{v,k}$ = 3,8 MPa, $E_{0,mean}$ = 10 GPa, ρ_k = 340 kg/m³, ρ_{mean} = 410 kg/m³

SGN - Zginanie ze ściskaniem osiowym:

Decyduje kombinacja: **K90:** 0,85·1,35·stałe+(1,5·wiatr z prawej, strefa FH+1,5·ciśnienie wewnętrzne (ii))+1,5·0,5·śnieg równomierny → γ_M = 1,3; k_{mod} = 0,90

Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju **x = 1,42 m** na pręcie **8**:

$N_{c,d}$ = 1,88 kN, $\sigma_{c,0,d}$ = 0,06 MPa
$M_{y,d}$ = 0,50 kNm, $\sigma_{m,y,d}$ = 0,51 MPa

Warunek nośności:

$f_{m,y,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M$ = 15,23 MPa
$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M$ = 13,85 MPa
$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d}$ = 0,000 + 0,034 = 0,034 < 1

SGN - Warunek stateczności - wyboczenie:

Decyduje kombinacja: **K90:** 0,85·1,35·stałe+(1,5·wiatr z prawej, strefa FH+1,5·ciśnienie wewnętrzne (ii))+1,5·0,5·śnieg równomierny → γ_M = 1,3; k_{mod} = 0,90

Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju **x = 1,42 m** na pręcie **8**:

$N_{c,d}$ = 1,88 kN, $\sigma_{c,0,d}$ = 0,06 MPa
$M_{y,d}$ = 0,50 kNm, $\sigma_{m,y,d}$ = 0,51 MPa

Warunek stateczności elementu:

l_{ey} = 3,70 m; $k_{c,y}$ = 0,520; l_{ez} = 2,41 m; $k_{c,z}$ = 0,821; k_m = 0,7
$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M$ = 13,85 MPa
$f_{m,y,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M$ = 15,23 MPa
$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d}$ = 0,008 + 0,034 = 0,042 < 1

$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z}\cdot f_{c,0,d}) + k_m\cdot\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,005 + 0,023 = 0,029 < 1$

SGN - Warunek stateczności - zwichrzenie:

element o przekroju kwadratowym/okrągłym nie ulega zwichrzeniu

SGN - Ścinanie:

Decyduje kombinacja: **K90:** 0,85·1,35·stałe+(1,5·wiatr z prawej, strefa FH+1,5·ciśnienie wewnętrzne (ii))+1,5·0,5·śnieg równomierny → $\gamma_M = 1,3$; $k_{mod} = 0,90$

Siła poprzeczna i odpowiadające naprężenie dla przekroju **x = 0,00 m** na pręcie **9**:

$k_{cr} = 0,67$

$V_{z,d} = 0,50$ kN, $\tau_{z,d} = 0,03$ MPa

Warunek nośności:

$f_{v,d} = k_{mod}\cdot f_{v,k} / \gamma_M = 2,63$ MPa

$\tau_{z,d} = 0,03$ MPa $< f_{v,d} = 2,63$ MPa (1,3%)

Miecz 125x150 mm

→ A = 187,5 cm², $W_y = 468,7$ cm³, $W_z = 390,6$ cm³, $J_y = 3515,6$ cm⁴, $J_z = 2441,4$ cm⁴, $J_{tor} = 4842,8$ cm⁴, m = 7,7 kg/m

Drewno lite iglaste **C22** wg PN-EN 338:2016-06

→ $f_{t,0,k} = 13$ MPa, $f_{c,0,k} = 20$ MPa, $f_{m,k} = 22$ MPa, $f_{v,k} = 3,8$ MPa, $E_{0,mean} = 10$ GPa, $\rho_k = 340$ kg/m³, $\rho_{mean} = 410$ kg/m³

SGN - Zginanie z rozciąganiem osiowym:

Decyduje kombinacja: **K143:** 1,0·stałe+(1,5·wiatr ściana szczytowa, strefa H+1,5·ciśnienie wewnętrzne) → $\gamma_M = 1,3$; $k_{mod} = 0,90$

Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju **x = 0,00 m** na pręcie **10**:

$N_{t,d} = 0,79$ kN, $\sigma_{t,0,d} = 0,04$ MPa

$M_{y,d} = -0,01$ kNm, $\sigma_{m,y,d} = 0,02$ MPa

Warunek nośności:

$f_{m,y,d} = k_{mod}\cdot f_{m,k} / \gamma_M = 15,23$ MPa

$f_{t,0,d} = k_{mod}\cdot f_{t,0,k} / \gamma_M = 9,00$ MPa

$\sigma_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,005 + 0,002 = 0,006 < 1$

SGN - Warunek stateczności - wyboczenie:

Decyduje kombinacja: **K90:** 0,85·1,35·stałe+(1,5·wiatr z prawej, strefa FH+1,5·ciśnienie wewnętrzne (ii))+1,5·0,5·śnieg równomierny → $\gamma_M = 1,3$; $k_{mod} = 0,90$

Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju **x = 0,70 m** na pręcie **10**:

$N_{c,d} = 1,27$ kN, $\sigma_{c,0,d} = 0,07$ MPa

$M_{y,d} = -0,01$ kNm, $\sigma_{m,y,d} = 0,03$ MPa

Warunek stateczności elementu:

$l_{ey} = 1,34$ m; $k_{c,y} = 0,939$; $l_{ez} = 1,34$ m; $k_{c,z} = 0,901$

$f_{c,0,d} = k_{mod}\cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 13,85$ MPa

$f_{m,y,d} = k_{mod}\cdot f_{m,k} / \gamma_M = 15,23$ MPa

$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y}\cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,005 + 0,002 = 0,007 < 1$

$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z}\cdot f_{c,0,d}) + k_m\cdot\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,005 + 0,001 = 0,007 < 1$

SGN - Warunek stateczności - zwichrzenie:

Decyduje kombinacja: **K90:** 0,85·1,35·stałe+(1,5·wiatr z prawej, strefa FH+1,5·ciśnienie

wewnętrzne (ii))+1,5·0,5·śnieg równomierny → γ_M = 1,3; k_{mod} = 0,90

Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju **x = 0,70 m** na pręcie **10**:

$N_{c,d}$ = 1,27 kN, $\sigma_{c,0,d}$ = 0,07 MPa

$M_{y,d}$ = -0,01 kNm, $\sigma_{m,y,d}$ = 0,03 MPa

Warunek stateczności elementu:

l_{ef} = 1,34 m; k_{crit} = 1,000

$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M$ = 13,85 MPa

$f_{m,y,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M$ = 15,23 MPa

$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d})$ = 0,005 + 0,002 = 0,007 < 1

$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + (\sigma_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}))^2$ = 0,005 + 0,000 = 0,005 < 1

SGN - Ścinanie:

Decyduje kombinacja: **K1:** 1,35·stałe → γ_M = 1,3; k_{mod} = 0,60

Siła poprzeczna i odpowiadające naprężenie dla przekroju **x = 0,00 m** na pręcie **10**:

k_{cr} = 0,67

$V_{z,d}$ = 0,05 kN, $\tau_{z,d}$ = 0,01 MPa

Warunek nośności:

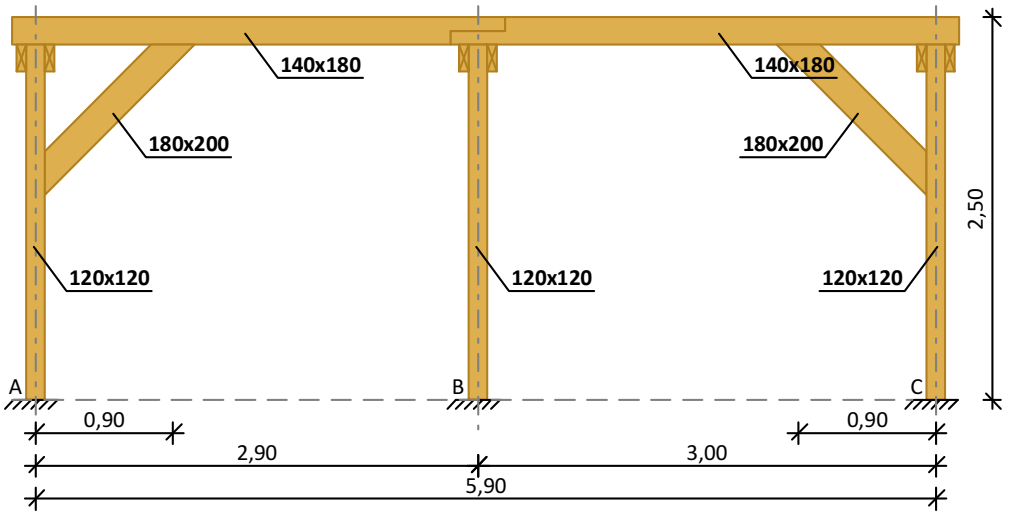
$f_{v,d} = k_{mod} \cdot f_{v,k} / \gamma_M$ = 1,75 MPa

$\tau_{z,d}$ = 0,01 MPa < $f_{v,d}$ = 1,75 MPa (0,3%)

3.4. PŁATEW POŚREDNIA

DANE:

Szkic



Dane materiałowe:

Drewno lite iglaste **C18** wg PN-EN 338:2016-06

Płatew 140x180 mm

Słup 120x120 mm

Miecz 180x200 mm

Obciążenia:

Przypadki obciążenia stałego i odpowiadające wartości obciążeń:
- stałe g_z = 0,800 kN/m; g_y = 0,000 kN/m

Uwzględniono ciężar własny elementu
Przypadki obciążenia śniegiem i odpowiadające wartości obciążeń:
- śnieg równomierny s_z = 0,035 kN/m; s_y = 0,000 kN/m

Przypadki obciążenia wiatrem i odpowiadające wartości obciążeń:
- wiatr z lewej, strefa FH (ii) w_z = -1,687 kN/m; w_y = 0,000 kN/m
- wiatr z lewej, strefa GH w_z = -1,682 kN/m; w_y = 0,000 kN/m
- wiatr z lewej, strefa GH (ii) w_z = -1,682 kN/m; w_y = 0,000 kN/m
- wiatr z prawej, strefa FH w_z = 2,291 kN/m; w_y = 0,000 kN/m
- wiatr z prawej, strefa GH w_z = 2,291 kN/m; w_y = 0,000 kN/m
- wiatr ściana szczytowa, strefa H w_z = -3,291 kN/m; w_y = 0,000 kN/m
- wiatr ściana szczytowa, strefa I w_z = -2,350 kN/m; w_y = 0,000 kN/m
- ciśnienie wewnętrzne w_z = -0,656 kN/m; w_y = 0,000 kN/m
- ciśnienie wewnętrzne (ii) w_z = 0,984 kN/m; w_y = 0,000 kN/m

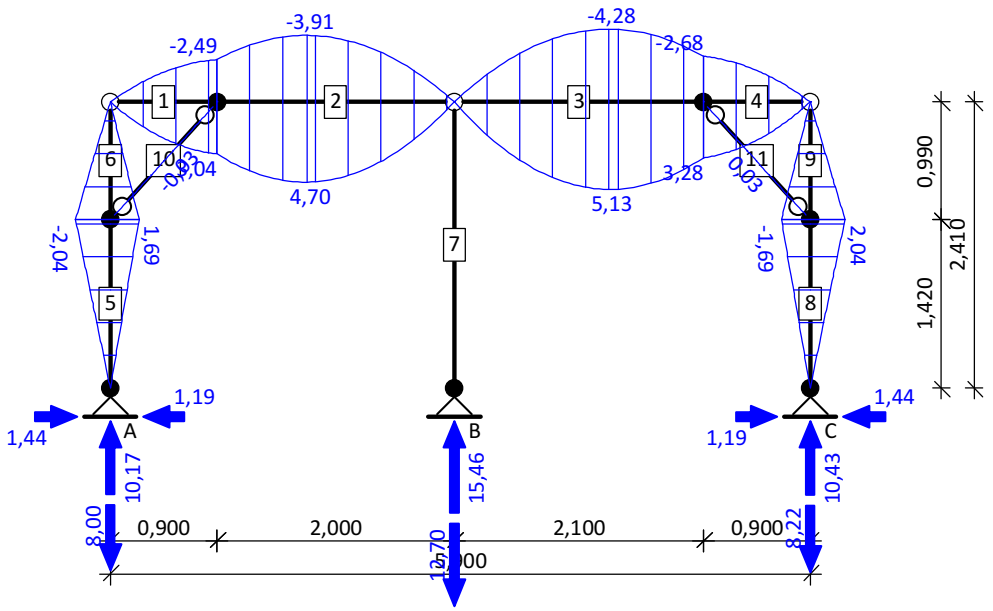
Obciążenie użytkowe powierzchni dachu q_z = 0,000 kN/m
Obciążenie zmienne (użytkowe stropu; ψ_0 = 1,00; ψ_1 = 1,00; ψ_2 = 1,00; średniotrwałe)
q_z = 0,000 kN/m

Założenia obliczeniowe:

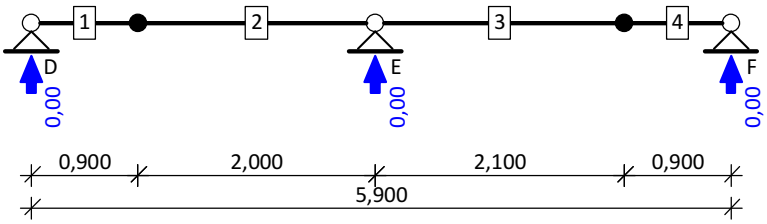
Załącznik krajowy: PN-EN (Polska)
Klasa niezawodności konstrukcji - RC2
Klasa użytkowania konstrukcji - 2

WYNIKI:

Obwiednia momentów zginających [kNm]:
Kierunek pionowy:



Kierunek poziomy:



Reakcje podporowe dla poszczególnych przypadków:

podpora	R_V [kN]	R_H [kN]	R_Z [kN]
stałe			
A	1,76	0,22	--
B	2,45	0,00	--
C	1,80	-0,22	--
D	--	--	0,00
E	--	--	0,00
F	--	--	0,00
śnieg równomierny			
A	0,06	0,01	--
B	0,09	0,00	--
C	0,06	-0,01	--
D	--	--	0,00
E	--	--	0,00
F	--	--	0,00
wiatr z lewej, strefa FH (ii)			
A	-2,78	-0,40	--
B	-4,32	0,00	--
C	-2,86	0,40	--
D	--	--	0,00
E	--	--	0,00
F	--	--	0,00
wiatr z lewej, strefa GH			
A	-2,77	-0,40	--
B	-4,30	0,00	--
C	-2,85	0,40	--
D	--	--	0,00
E	--	--	0,00
F	--	--	0,00
wiatr z lewej, strefa GH (ii)			
A	-2,77	-0,40	--
B	-4,30	0,00	--
C	-2,85	0,40	--
D	--	--	0,00
E	--	--	0,00
F	--	--	0,00
wiatr z prawej, strefa FH			
A	3,78	0,55	--
B	5,86	0,00	--
C	3,88	-0,55	--

D	--	--	0,00
E	--	--	0,00
F	--	--	0,00
wiatr z prawej, strefa GH			
A	3,78	0,55	--
B	5,86	0,00	--
C	3,88	-0,55	--
D	--	--	0,00
E	--	--	0,00
F	--	--	0,00
wiatr ściana szczytowa, strefa H			
A	-5,43	-0,79	--
B	-8,42	0,00	--
C	-5,57	0,79	--
D	--	--	0,00
E	--	--	0,00
F	--	--	0,00
wiatr ściana szczytowa, strefa I			
A	-3,87	-0,56	--
B	-6,02	0,00	--
C	-3,98	0,56	--
D	--	--	0,00
E	--	--	0,00
F	--	--	0,00
ciśnienie wewnętrzne			
A	-1,08	-0,16	--
B	-1,68	0,00	--
C	-1,11	0,16	--
D	--	--	0,00
E	--	--	0,00
F	--	--	0,00
ciśnienie wewnętrzne (ii)			
A	1,62	0,24	--
B	2,52	0,00	--
C	1,67	-0,24	--
D	--	--	0,00
E	--	--	0,00
F	--	--	0,00

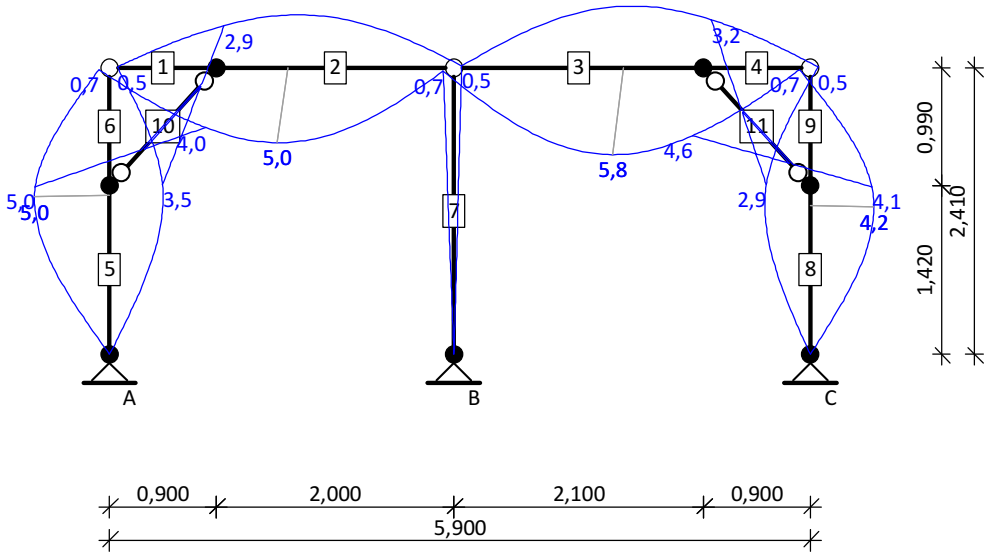
Ekstremalne reakcje podporowe:

	R_V [kN]	R_H [kN]	R_Z [kN]	kombinacja
A	**10,17** **-8,00**	**1,44** **-1,19**	-- --	**K90:** 0,85·1,35·stałe+(1,5·wiatr z prawej, strefa FH+1,5·ciśnienie wewnętrzne (ii))+1,5·0,5·śnieg równomierny **K143:** 1,0·stałe+(1,5·wiatr ściana szczytowa, strefa H+1,5·ciśnienie wewnętrzne)
B	**15,46** **-12,70**	**0,00** **0,00**	-- --	**K90:** 0,85·1,35·stałe+(1,5·wiatr z prawej, strefa FH+1,5·ciśnienie wewnętrzne (ii))+1,5·0,5·śnieg równomierny

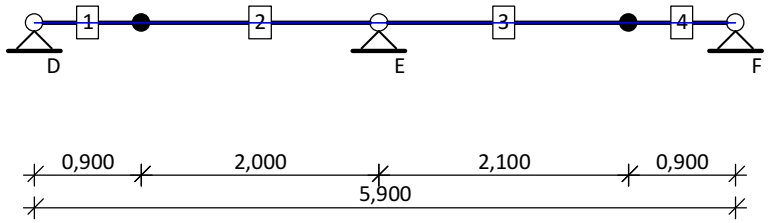
				K143: 1,0·stałe+(1,5·wiatr ściana szczytowa, strefa H+1,5·ciśnienie wewnętrzne)
C	**10,43** **-8,22**	**-1,44** **1,19**	-- --	**K90:** 0,85·1,35·stałe+(1,5·wiatr z prawej, strefa FH+1,5·ciśnienie wewnętrzne (ii))+1,5·0,5·śnieg równomierny **K143:** 1,0·stałe+(1,5·wiatr ściana szczytowa, strefa H+1,5·ciśnienie wewnętrzne)
D				
E				
F				

Obwiednia SGU charakterystyczna:
Wykres przemieszczeń chwilowych [mm]:

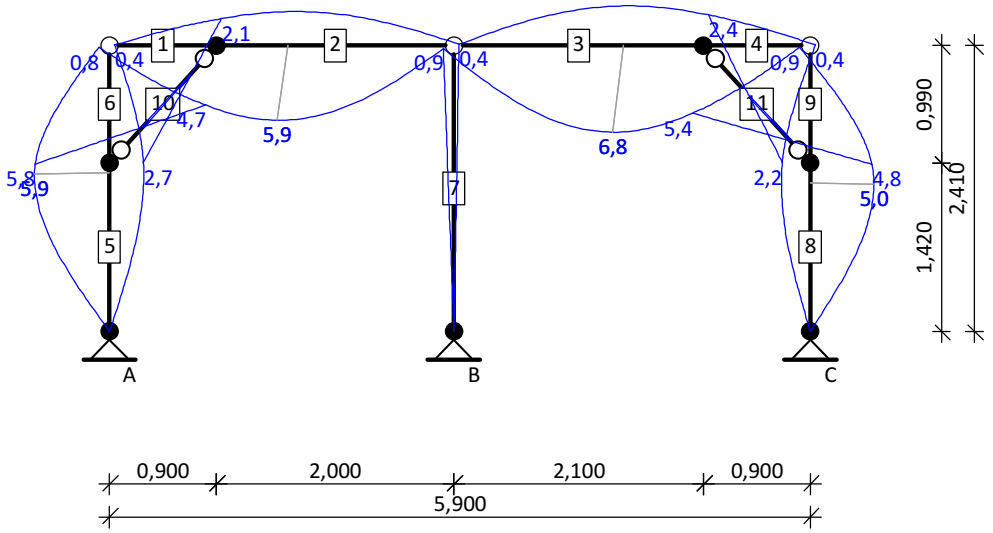
Kierunek pionowy:



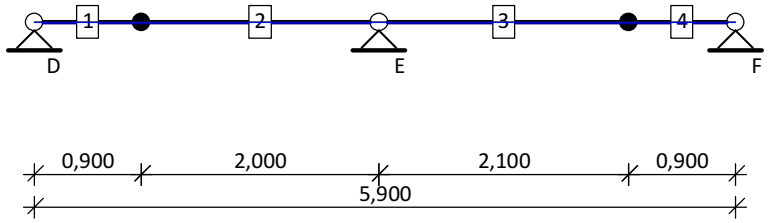
Kierunek poziomy:



Obwiednia SGU quasi-stała + p.2.2.3(3) EN 1995-1-1:
Wykres przemieszczeń końcowych [mm]:
Kierunek pionowy:



Kierunek poziomy:



Płatew 140x180 mm
→ A = 252,0 cm², W_y = 756,0 cm³, W_z = 588,0 cm³, J_y = 6804,0 cm⁴, J_z = 4116,0 cm⁴, J_{tor} = 8640,3 cm⁴, m = 9,6 kg/m
Drewno lite iglaste **C18** wg PN-EN 338:2016-06
→ $f_{t,0,k}$ = 10 MPa, $f_{c,0,k}$ = 18 MPa, $f_{m,k}$ = 18 MPa, $f_{v,k}$ = 3,4 MPa, $E_{0,mean}$ = 9 GPa, ρ_k = 320 kg/m³, ρ_{mean} = 380 kg/m³

<u>SGN - Zginanie ze ściskaniem osiowym</u>:
Decyduje kombinacja: **K90:** 0,85·1,35·stałe+(1,5·wiatr z prawej, strefa FH+1,5·ciśnienie wewnętrzne (ii))+1,5·0,5·śnieg równomierny → γ_M = 1,3; k_{mod} = 0,90
Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju **x = 1,30 m** na pręcie **3**:
$N_{c,d}$ = 1,44 kN, $\sigma_{c,0,d}$ = 0,06 MPa
$M_{y,d}$ = 5,13 kNm, $\sigma_{m,y,d}$ = 6,79 MPa
Warunek nośności:
$f_{m,y,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M$ = 12,46 MPa
$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M$ = 12,46 MPa
$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d}$ = 0,000 + 0,545 = 0,545 < 1
<u>SGN - Warunek stateczności - wyboczenie:</u>
Decyduje kombinacja: **K90:** 0,85·1,35·stałe+(1,5·wiatr z prawej, strefa FH+1,5·ciśnienie wewnętrzne (ii))+1,5·0,5·śnieg równomierny → γ_M = 1,3; k_{mod} = 0,90

Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju **x = 1,30 m** na pręcie **3**:

$N_{c,d}$ = 1,44 kN, $\sigma_{c,0,d}$ = 0,06 MPa

$M_{y,d}$ = 5,13 kNm, $\sigma_{m,y,d}$ = 6,79 MPa

Warunek stateczności elementu:

l_{ey} = 0,90 m; $k_{c,y}$ = 1,000; l_{ez} = 0,90 m; $k_{c,z}$ = 0,980; k_m = 0,7

$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M$ = 12,46 MPa

$f_{m,y,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M$ = 12,46 MPa

$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d}$ = 0,005 + 0,545 = 0,549 < 1

$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d}$ = 0,005 + 0,381 = 0,386 < 1

SGN - Warunek stateczności - zwichrzenie:

Decyduje kombinacja: **K90:** 0,85·1,35·stałe+(1,5·wiatr z prawej, strefa FH+1,5·ciśnienie wewnętrzne (ii))+1,5·0,5·śnieg równomierny → γ_M = 1,3; k_{mod} = 0,90

Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju **x = 1,30 m** na pręcie **3**:

$N_{c,d}$ = 1,44 kN, $\sigma_{c,0,d}$ = 0,06 MPa

$M_{y,d}$ = 5,13 kNm, $\sigma_{m,y,d}$ = 6,79 MPa

Warunek stateczności elementu:

l_{ef} = 1,26 m; k_{crit} = 1,000

$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M$ = 12,46 MPa

$f_{m,y,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M$ = 12,46 MPa

$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d})$ = 0,005 + 0,545 = 0,549 < 1

$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + (\sigma_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}))^2$ = 0,005 + 0,297 = 0,301 < 1

SGN - Ścinanie:

Decyduje kombinacja: **K90:** 0,85·1,35·stałe+(1,5·wiatr z prawej, strefa FH+1,5·ciśnienie wewnętrzne (ii))+1,5·0,5·śnieg równomierny → γ_M = 1,3; k_{mod} = 0,90

Siły poprzeczne i odpowiadające naprężenia dla przekroju **x = 0,00 m** na pręcie **3**:

k_{cr} = 0,67

$V_{z,d}$ = -7,82 kN, $\tau_{z,d}$ = 0,70 MPa

$V_{y,d}$ = 0,00 kN, $\tau_{y,d}$ = 0,00 MPa

Warunek nośności:

$f_{v,d} = k_{mod} \cdot f_{v,k} / \gamma_M$ = 2,35 MPa

$\tau_{z,d}$ = 0,70 MPa < $f_{v,d}$ = 2,35 MPa (29,5%)

SGU - Ugięcie chwilowe:

Decyduje kombinacja: **K178:** stałe+(wiatr z prawej, strefa FH+ciśnienie wewnętrzne (ii))+0,5·śnieg równomierny

Wartości dla przekroju **x = 0,00 m** na pręcie **4**:

$u_{inst} = (u_{inst,z}^2 + u_{inst,y}^2)^{0,5}$ = (-) 4,5 mm < $u_{inst,lim}$ = 900 / 150 = 6,0 mm (75,1%)

SGU - Ugięcie końcowe:

Decyduje kombinacja: **K222:** 1,8·stałe+(1,0·wiatr z prawej, strefa FH+1,0·ciśnienie wewnętrzne (ii))+0,5·śnieg równomierny

Wartości dla przekroju **x = 0,00 m** na pręcie **4**:

$u_{fin} = (u_{fin,z}^2 + u_{fin,y}^2)^{0,5}$ = (-) 5,3 mm < $u_{fin,lim}$ = 1,5·900 / 150 = 9,0 mm (58,9%)

Słup 120x120 mm

→ A = 144,0 cm², W_y = 288,0 cm³, W_z = 288,0 cm³, J_y = 1728,0 cm⁴, J_z = 1728,0 cm⁴, J_{tor} =

2916,9 cm^4, m = 5,5 kg/m
Drewno lite iglaste **C18** wg PN-EN 338:2016-06
→ $f_{t,0,k}$ = 10 MPa, $f_{c,0,k}$ = 18 MPa, $f_{m,k}$ = 18 MPa, $f_{v,k}$ = 3,4 MPa, $E_{0,mean}$ = 9 GPa, ρ_k = 320 kg/m³, ρ_{mean} = 380 kg/m³

SGN - Zginanie ze ściskaniem osiowym:

Decyduje kombinacja: **K90:** 0,85·1,35·stałe+(1,5·wiatr z prawej, strefa FH+1,5·ciśnienie wewnętrzne (ii))+1,5·0,5·śnieg równomierny → γ_M = 1,3; k_{mod} = 0,90

Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju **x = 1,42 m** na pręcie **8**:

$N_{c,d}$ = 10,34 kN, $\sigma_{c,0,d}$ = 0,72 MPa
$M_{y,d}$ = 2,04 kNm, $\sigma_{m,y,d}$ = 7,09 MPa

Warunek nośności:

$k_{h,y}$ = 1,046; $f_{m,y,d} = k_{h,y}\cdot(k_{mod}\cdot f_{m,k} / \gamma_M)$ = 13,03 MPa
$f_{c,0,d} = k_{mod}\cdot f_{c,0,k} / \gamma_M$ = 12,46 MPa
$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,003 + 0,544 = 0,547 < 1$

SGN - Warunek stateczności - wyboczenie:

Decyduje kombinacja: **K90:** 0,85·1,35·stałe+(1,5·wiatr z prawej, strefa FH+1,5·ciśnienie wewnętrzne (ii))+1,5·0,5·śnieg równomierny → γ_M = 1,3; k_{mod} = 0,90

Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju **x = 1,42 m** na pręcie **8**:

$N_{c,d}$ = 10,34 kN, $\sigma_{c,0,d}$ = 0,72 MPa
$M_{y,d}$ = 2,04 kNm, $\sigma_{m,y,d}$ = 7,09 MPa

Warunek stateczności elementu:

l_{ey} = 3,70 m; $k_{c,y}$ = 0,258; l_{ez} = 2,41 m; $k_{c,z}$ = 0,536; k_m = 0,7
$f_{c,0,d} = k_{mod}\cdot f_{c,0,k} / \gamma_M$ = 12,46 MPa; $k_{h,y}$ = 1,046
$f_{m,y,d} = k_{h,y}\cdot(k_{mod}\cdot f_{m,k} / \gamma_M)$ = 13,03 MPa
$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y}\cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,224 + 0,544 = 0,768 < 1$
$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z}\cdot f_{c,0,d}) + k_m\cdot\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,107 + 0,381 = 0,488 < 1$

SGN - Warunek stateczności - zwichrzenie:

element o przekroju kwadratowym/okrągłym nie ulega zwichrzeniu

SGN - Ścinanie:

Decyduje kombinacja: **K90:** 0,85·1,35·stałe+(1,5·wiatr z prawej, strefa FH+1,5·ciśnienie wewnętrzne (ii))+1,5·0,5·śnieg równomierny → γ_M = 1,3; k_{mod} = 0,90

Siła poprzeczna i odpowiadające naprężenie dla przekroju **x = 0,00 m** na pręcie **6**:

k_{cr} = 0,67
$V_{z,d}$ = -2,06 kN, $\tau_{z,d}$ = 0,32 MPa

Warunek nośności:

$f_{v,d} = k_{mod}\cdot f_{v,k} / \gamma_M$ = 2,35 MPa
$\tau_{z,d}$ = 0,32 MPa < $f_{v,d}$ = 2,35 MPa (13,6%)

Miecz 180x200 mm
→ A = 360,0 cm^2, W_y = 1200,0 cm^3, W_z = 1080,0 cm^3, J_y = 12000,0 cm^4, J_z = 9720,0 cm^4, J_{tor} = 18028,9 cm^4, m = 13,7 kg/m
Drewno lite iglaste **C18** wg PN-EN 338:2016-06
→ $f_{t,0,k}$ = 10 MPa, $f_{c,0,k}$ = 18 MPa, $f_{m,k}$ = 18 MPa, $f_{v,k}$ = 3,4 MPa, $E_{0,mean}$ = 9 GPa, ρ_k = 320

kg/m³, ρ_{mean} = 380 kg/m³

SGN - Zginanie z rozciąganiem osiowym:

Decyduje kombinacja: **K143:** 1,0·stałe+(1,5·wiatr ściana szczytowa, strefa H+1,5·ciśnienie wewnętrzne) → γ_M = 1,3; k_{mod} = 0,90

Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju **x = 0,00 m** na pręcie **10**:

$N_{t,d}$ = 4,38 kN, $\sigma_{t,0,d}$ = 0,12 MPa

$M_{y,d}$ = -0,02 kNm, $\sigma_{m,y,d}$ = 0,02 MPa

Warunek nośności:

$f_{m,y,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M$ = 12,46 MPa

$f_{t,0,d} = k_{mod} \cdot f_{t,0,k} / \gamma_M$ = 6,92 MPa

$\sigma_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d}$ = 0,018 + 0,001 = 0,019 < 1

SGN - Warunek stateczności - wyboczenie:

Decyduje kombinacja: **K90:** 0,85·1,35·stałe+(1,5·wiatr z prawej, strefa FH+1,5·ciśnienie wewnętrzne (ii))+1,5·0,5·śnieg równomierny → γ_M = 1,3; k_{mod} = 0,90

Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju **x = 0,70 m** na pręcie **11**:

$N_{c,d}$ = 5,21 kN, $\sigma_{c,0,d}$ = 0,14 MPa

$M_{y,d}$ = 0,02 kNm, $\sigma_{m,y,d}$ = 0,02 MPa

Warunek stateczności elementu:

l_{ey} = 1,34 m; $k_{c,y}$ = 0,976; l_{ez} = 1,34 m; $k_{c,z}$ = 0,964; k_m = 0,7

$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M$ = 12,46 MPa

$f_{m,y,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M$ = 12,46 MPa

$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d}$ = 0,012 + 0,002 = 0,013 < 1

$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d}$ = 0,012 + 0,001 = 0,013 < 1

SGN - Warunek stateczności - zwichrzenie:

Decyduje kombinacja: **K143:** 1,0·stałe+(1,5·wiatr ściana szczytowa, strefa H+1,5·ciśnienie wewnętrzne) → γ_M = 1,3; k_{mod} = 0,90

Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju **x = 0,00 m** na pręcie **10**:

$N_{t,d}$ = 4,38 kN, $\sigma_{t,0,d}$ = 0,12 MPa

$M_{y,d}$ = -0,02 kNm, $\sigma_{m,y,d}$ = 0,02 MPa

Warunek stateczności elementu:

l_{ef} = 1,34 m; k_{crit} = 1,000

$f_{t,0,d} = k_{mod} \cdot f_{t,0,k} / \gamma_M$ = 6,92 MPa

$f_{m,y,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M$ = 12,46 MPa

$\sigma_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \sigma_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d})$ = 0,018 + 0,001 = 0,019 < 1

$\sigma_{t,0,d}/f_{t,0,d} + (\sigma_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}))^2$ = 0,018 + 0,000 = 0,018 < 1

SGN - Ścinanie:

Decyduje kombinacja: **K1:** 1,35·stałe → γ_M = 1,3; k_{mod} = 0,60

Siła poprzeczna i odpowiadające naprężenie dla przekroju **x = 0,00 m** na pręcie **10**:

k_{cr} = 0,67

$V_{z,d}$ = 0,08 kN, $\tau_{z,d}$ = 0,01 MPa

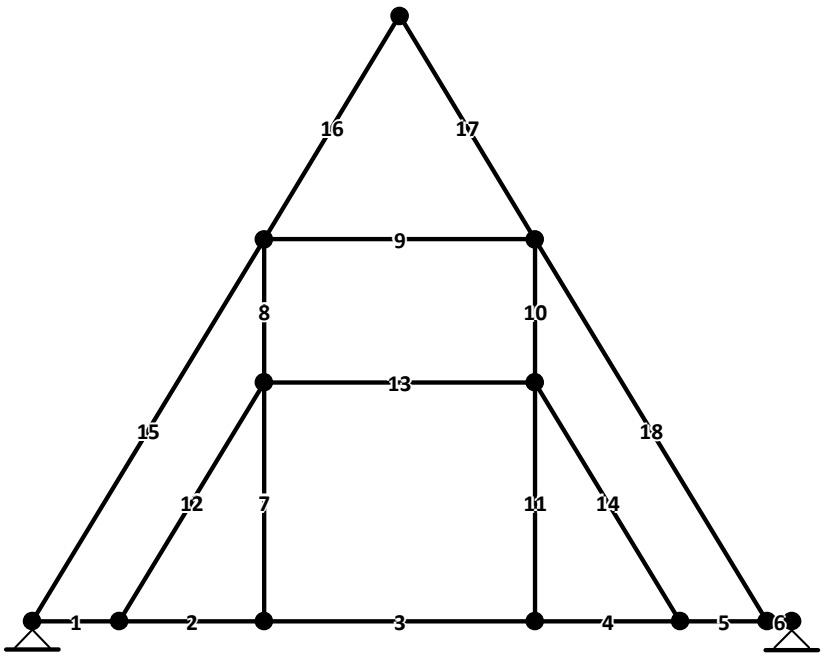
Warunek nośności:

$f_{v,d} = k_{mod} \cdot f_{v,k} / \gamma_M$ = 1,57 MPa

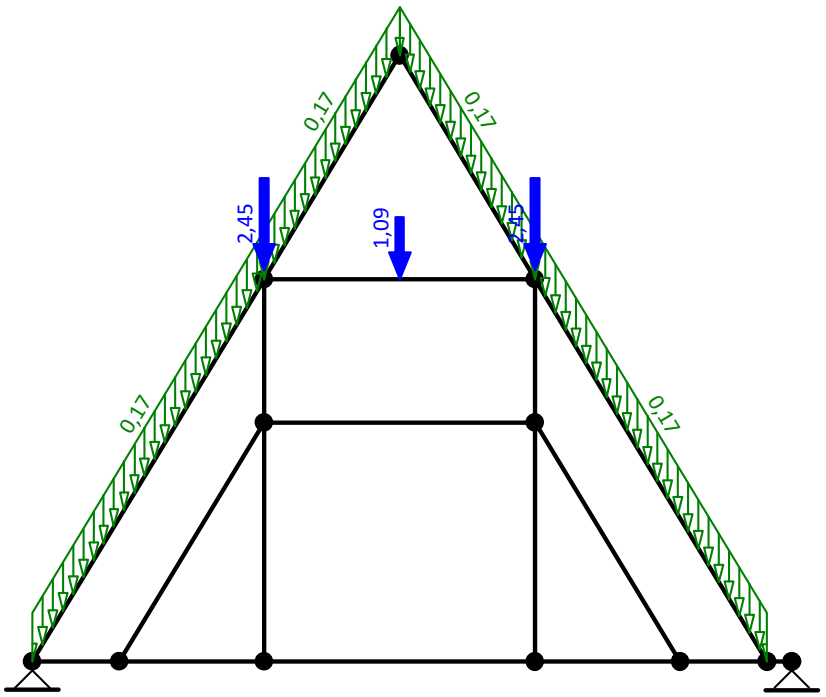
$\tau_{z,d}$ = 0,01 MPa < $f_{v,d}$ = 1,57 MPa (0,3%)

3.5. WIESZAR

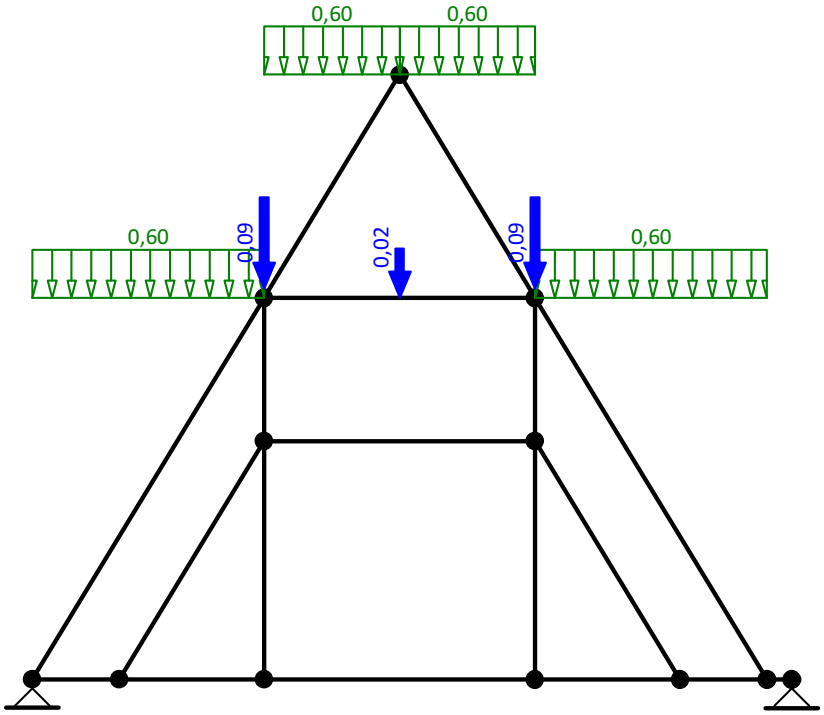
SCHEMAT RAMY



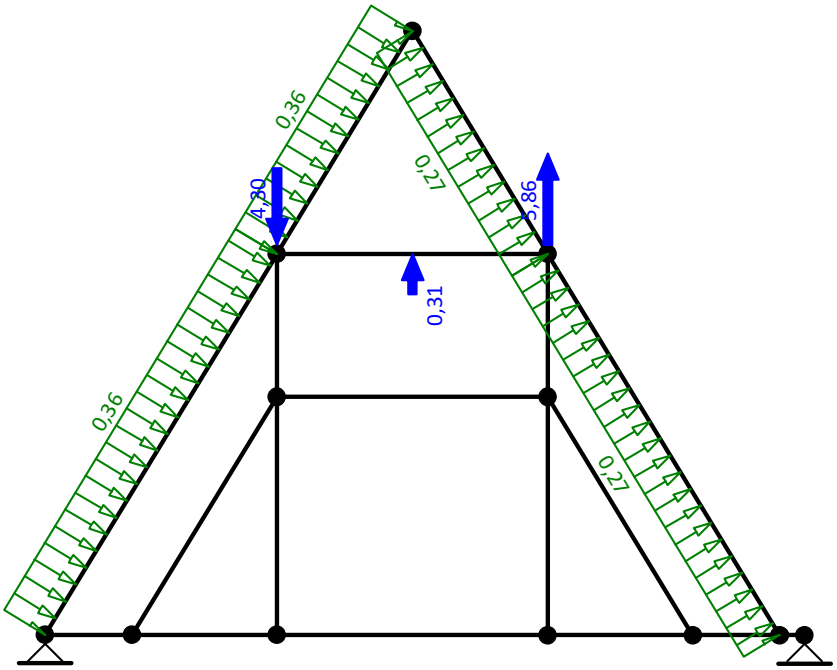
OBCIĄŻENIA: (wartości charakterystyczne)
Przypadek **G1**: Stałe (stałe (ogólnie))



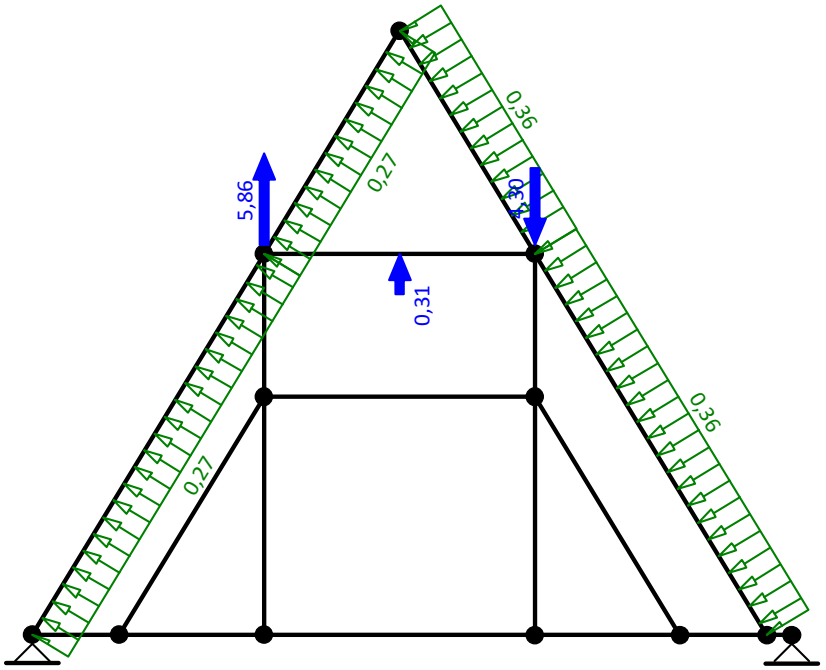
Przypadek **Q1**: śnieg rónomiernie (zmienne (śnieg (H≤1000 m n.p.m.), ψ_0 = 0,50, ψ_1 = 0,20, ψ_2 = 0,00))



Przypadek **Q2**: wiatr z lewej (zmienne (wiatr, ψ_0 = 0,60, ψ_1 = 0,20, ψ_2 = 0,00))



Przypadek **Q3**: wiatr z prawej (zmienne (wiatr, ψ_0 = 0,60, ψ_1 = 0,20, ψ_2 = 0,00))

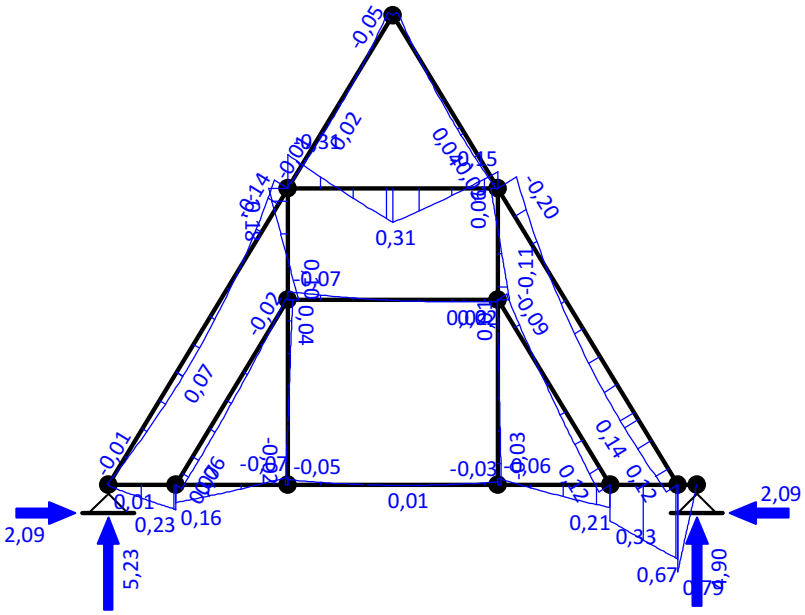


WYNIKI:

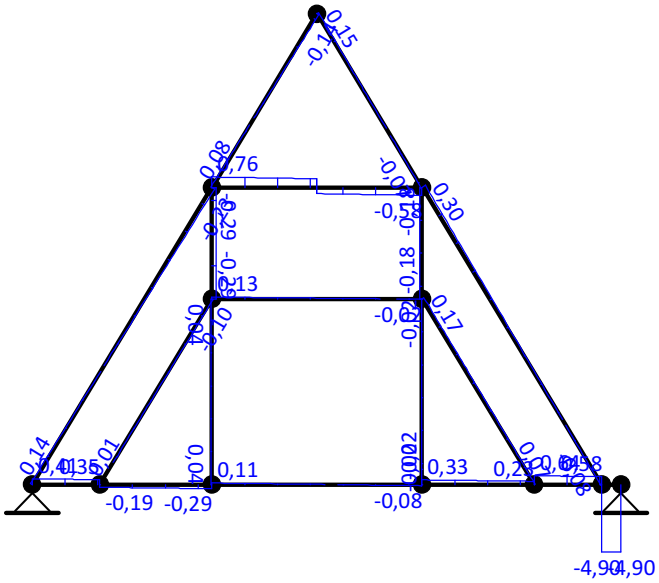
EFEKTY ODDZIAŁYWAŃ dla poszczególnych przypadków (wartości charakterystyczne)

Przypadek **G1**: Stałe

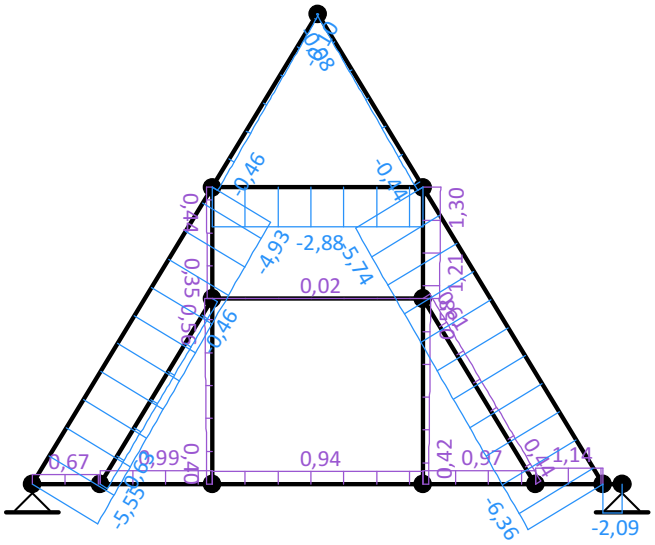
Wykres momentów zginających:



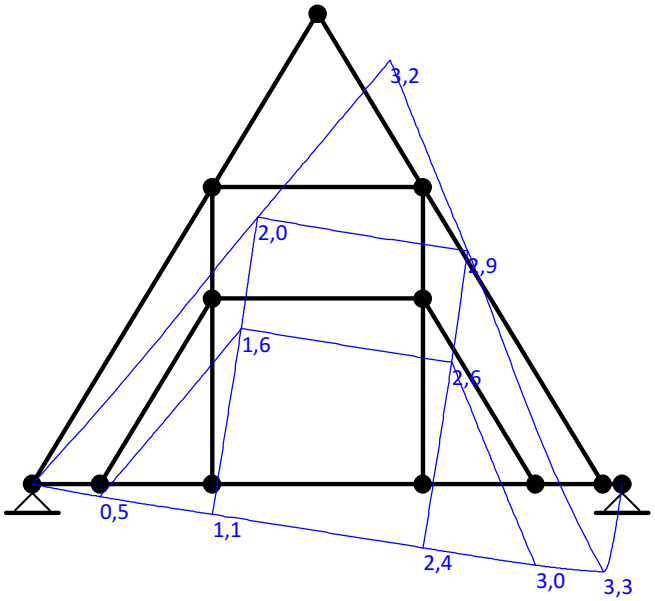
Wykres sił poprzecznych:



Wykres sił osiowych:

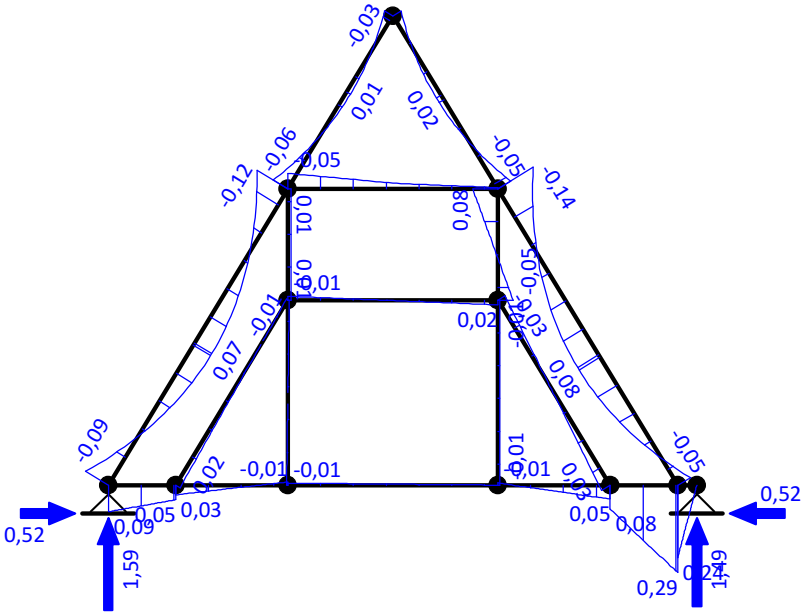


Wykres przemieszczeń :

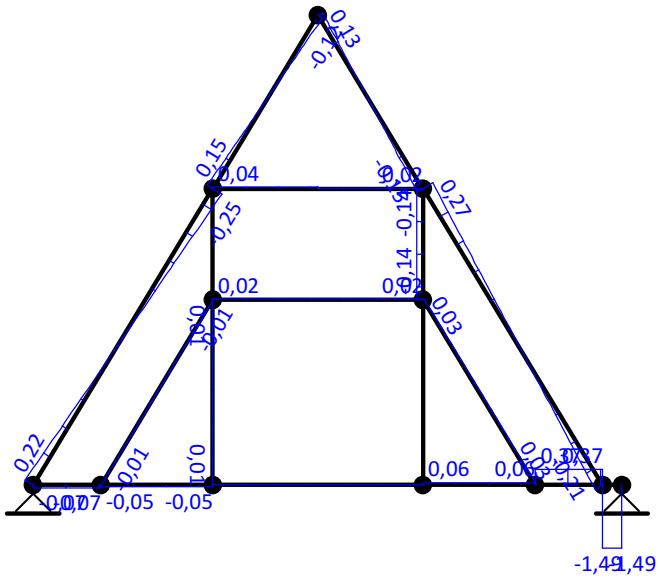


Przypadek **Q1**: śnieg rónomiernie

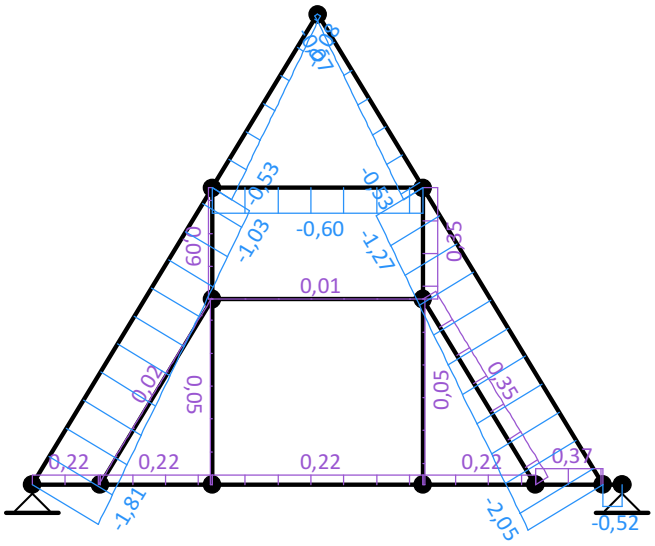
Wykres momentów zginających:



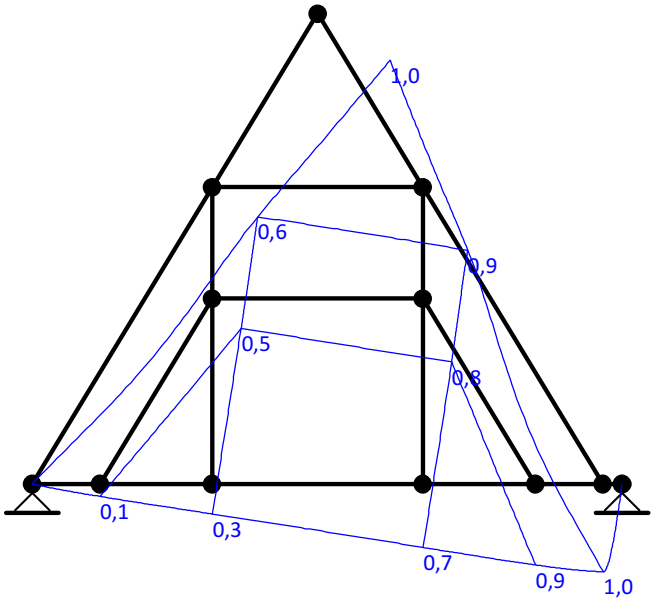
Wykres sił poprzecznych:



Wykres sił osiowych:

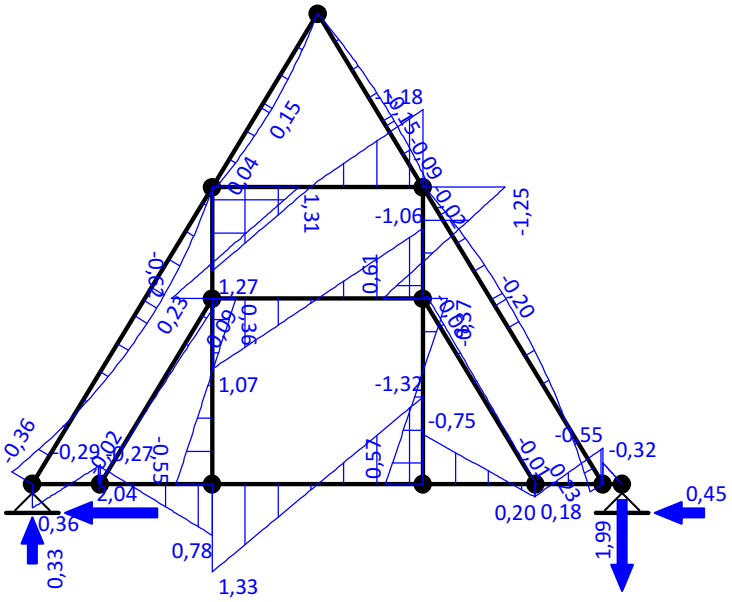


Wykres przemieszczeń :

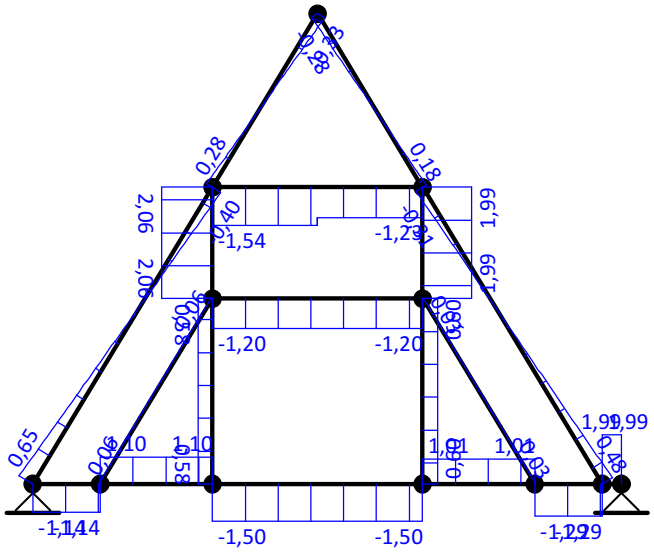


Przypadek **Q2**: wiatr z lewej

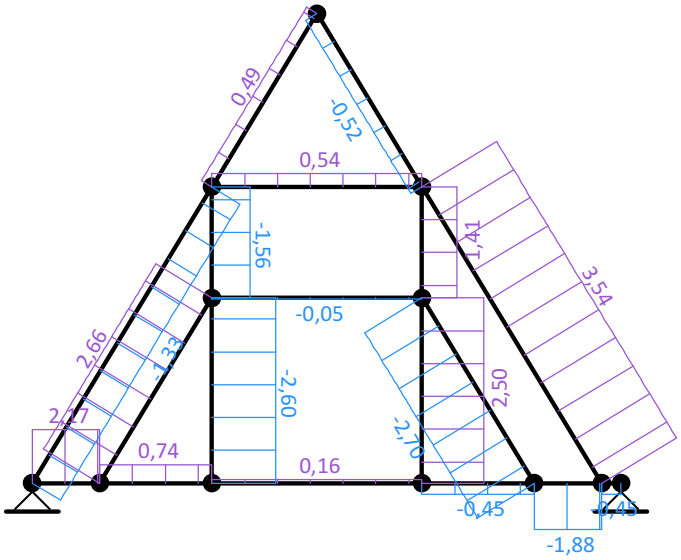
Wykres momentów zginających:



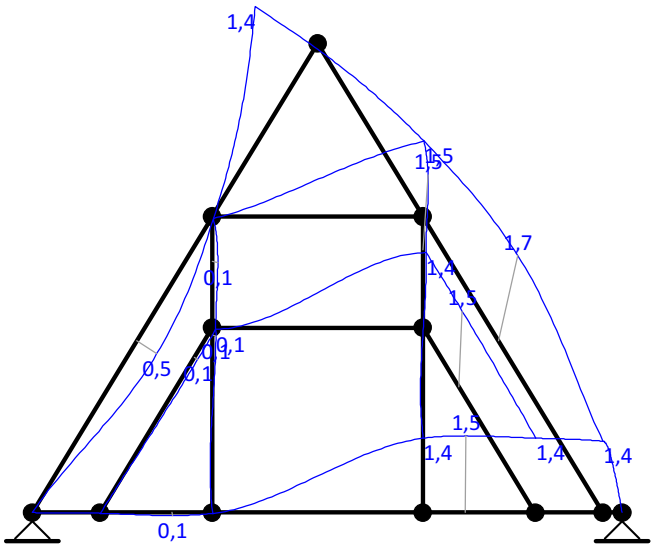
Wykres sił poprzecznych:



Wykres sił osiowych:

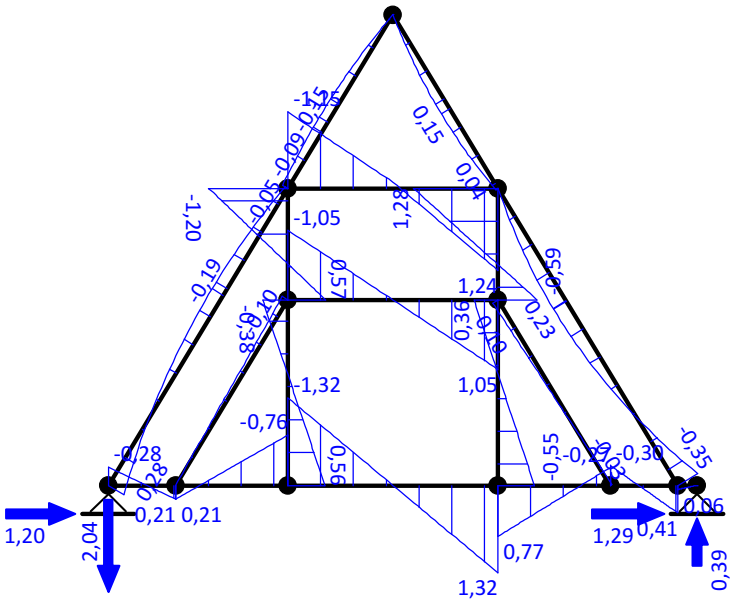


Wykres przemieszczeń :

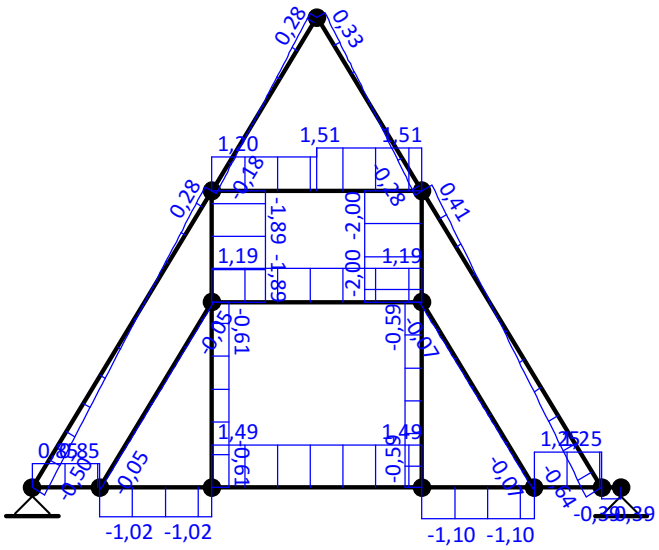


Przypadek **Q3**: wiatr z prawej

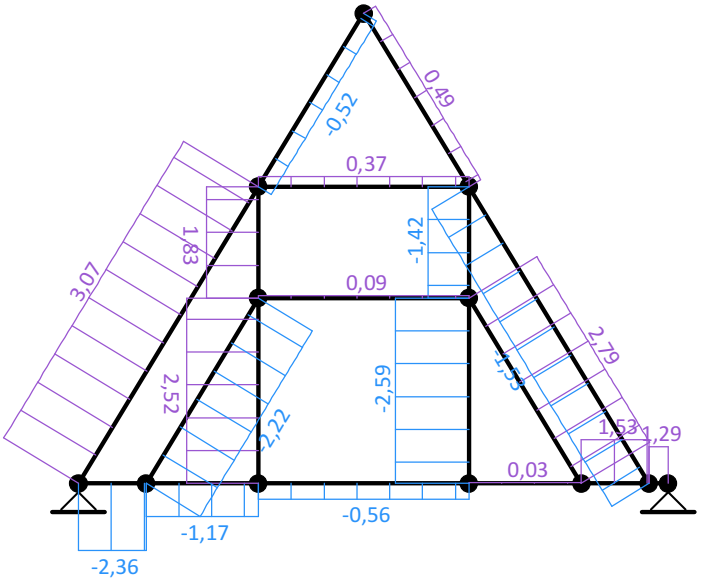
Wykres momentów zginających:



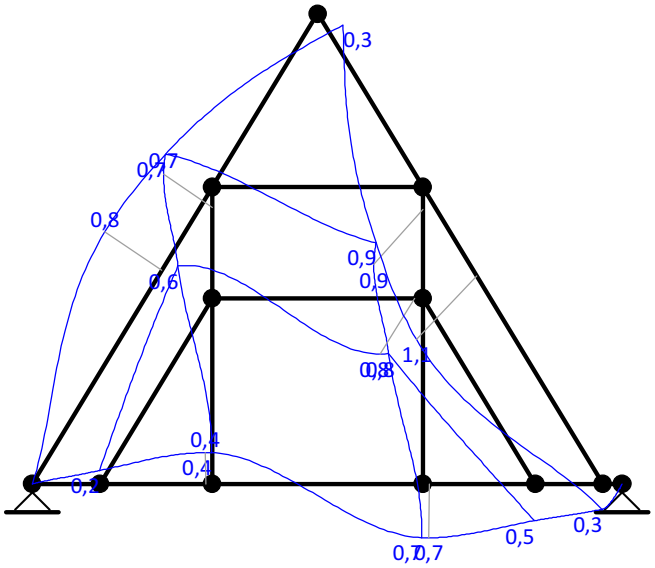
Wykres sił poprzecznych:



Wykres sił osiowych:

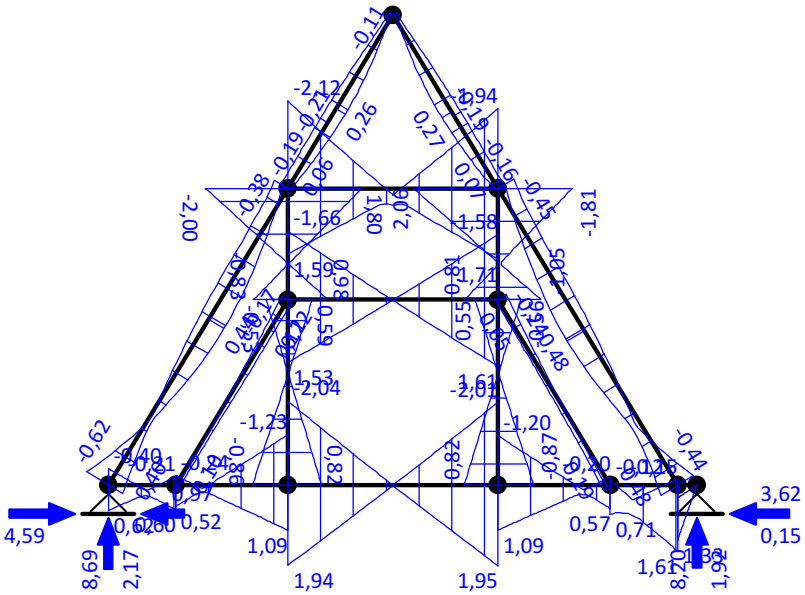


Wykres przemieszczeń :

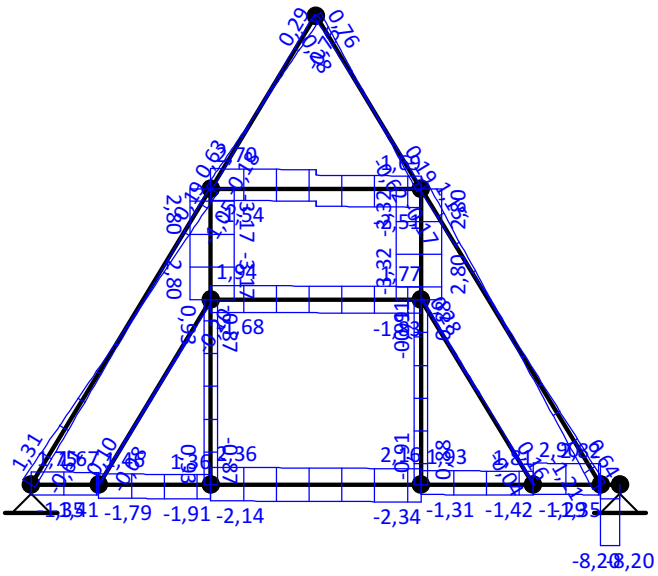


OBWIEDNIA EFEKTÓW ODDZIAŁYWAŃ dla kombinacji SGN podstawowa STR

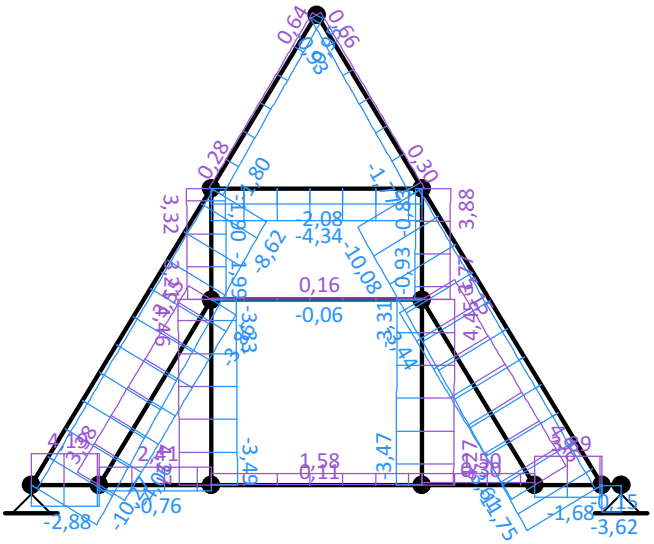
Obwiednia momentów zginających:



Obwiednia sił poprzecznych:

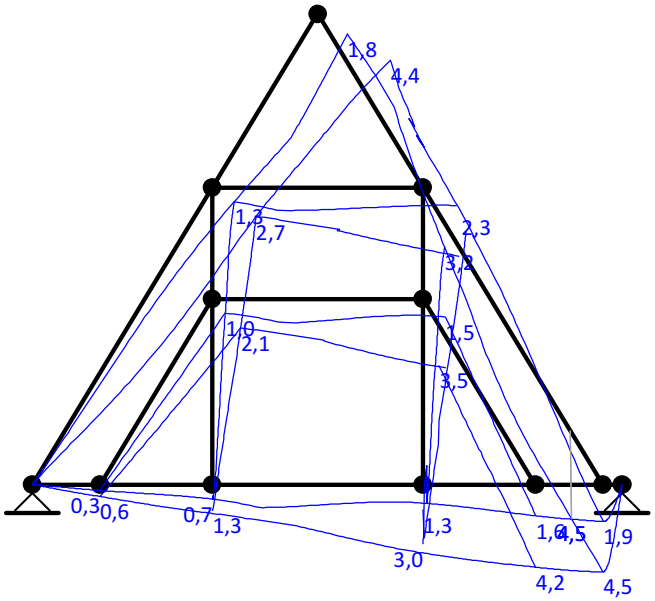


Obwiednia sił osiowych:



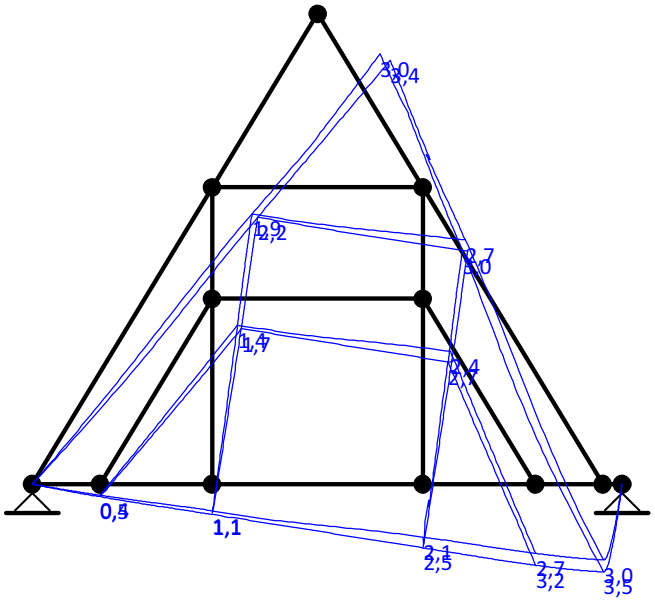
OBWIEDNIA EFEKTÓW ODDZIAŁYWAŃ dla kombinacji SGU charakterystyczna

Obwiednia przemieszczeń:



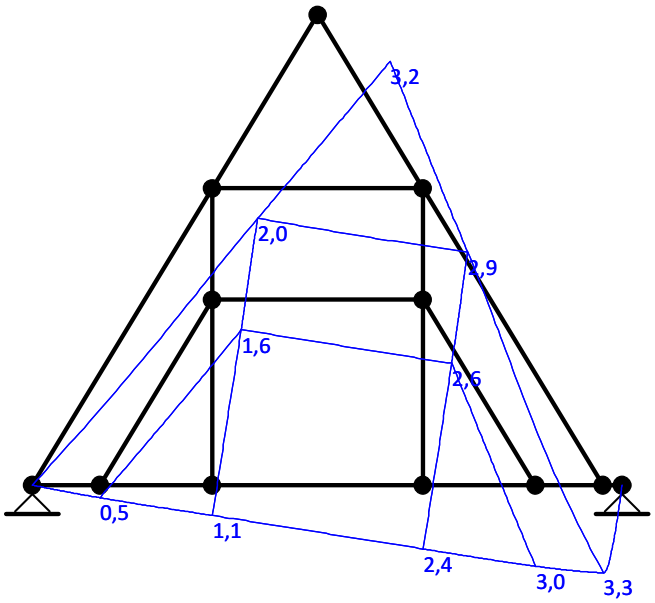
OBWIEDNIA EFEKTÓW ODDZIAŁYWAŃ dla kombinacji SGU częsta

Obwiednia przemieszczeń:



OBWIEDNIA EFEKTÓW ODDZIAŁYWAŃ dla kombinacji SGU quasi-stała

Obwiednia przemieszczeń:



ZAŁOŻENIA:

Załącznik krajowy: PN-EN (Polska)

Klasa użytkowania konstrukcji: 2

Zmniejszono długość efektywną o 0,5·h, gdy obciążenie przyłożone jest do rozciąganej powierzchni

Dach w obiekcie starym, remontowanym

WYMIAROWANIE SGN/SGU WG PN-EN 1995-1-1

Przekrój 125x150

→ A = 187,5 cm², W_y = 468,7 cm³, W_z = 390,6 cm³, J_y = 3515,6 cm⁴, J_z = 2441,4 cm⁴, J_{tor} = 4842,8 cm⁴, m = 7,7 kg/m

Drewno lite iglaste **C22** wg PN-EN 338:2016-06

→ $f_{t,0,k}$ = 13 MPa, $f_{c,0,k}$ = 20 MPa, $f_{m,k}$ = 22 MPa, $f_{v,k}$ = 3,8 MPa, $E_{0,mean}$ = 10 GPa, ρ_k = 340 kg/m³, ρ_{mean} = 410 kg/m³

<u>SGN - Zginanie ze ściskaniem osiowym</u>:

Decyduje kombinacja: **K18**: 0,85·1,35·Stałe+1,5·wiatr z lewej+1,5·0,5·śnieg rónomiernie → γ_M = 1,3; k_{mod} = 0,60

Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju **x = 0,000 m** na pręcie **15**:

$N_{c,d}$ = 9,72 kN, $\sigma_{c,0,d}$ = 0,52 MPa

$M_{y,d}$ = -0,62 kNm, $\sigma_{m,y,d}$ = 1,32 MPa

Warunek nośności:

$f_{m,y,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M$ = 10,15 MPa

$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M$ = 9,23 MPa

$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d}$ = 0,003 + 0,130 = 0,133 < 1

SGN - Warunek stateczności - wyboczenie:

Decyduje kombinacja: **K18**: 0,85·1,35·Stałe+1,5·wiatr z lewej+1,5·0,5·śnieg rónomiernie → γ_M = 1,3; k_{mod} = 0,60

Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju **x = 0,000 m** na pręcie **15**:

$N_{c,d}$ = 9,72 kN, $\sigma_{c,0,d}$ = 0,52 MPa

$M_{y,d}$ = -0,62 kNm, $\sigma_{m,y,d}$ = 1,32 MPa

Warunek stateczności elementu:

l_{ey} = 2,916 m; $k_{c,y}$ = 0,565; l_{ez} = 2,916 m; $k_{c,z}$ = 0,424

$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M$ = 9,23 MPa

$f_{m,y,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M$ = 10,15 MPa

$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d}$ = 0,099 + 0,130 = 0,229 < 1

$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d}$ = 0,132 + 0,091 = 0,223 < 1

SGN - Warunek stateczności - zwichrzenie:

Decyduje kombinacja: **K18**: 0,85·1,35·Stałe+1,5·wiatr z lewej+1,5·0,5·śnieg rónomiernie → γ_M = 1,3; k_{mod} = 0,60

Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju **x = 0,000 m** na pręcie **15**:

$N_{c,d}$ = 9,72 kN, $\sigma_{c,0,d}$ = 0,52 MPa

$M_{y,d}$ = -0,62 kNm, $\sigma_{m,y,d}$ = 1,32 MPa

Warunek stateczności elementu:

l_{ef} = 2,84 m; k_{crit} = 1,000

$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M$ = 9,23 MPa

$f_{m,y,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M$ = 10,15 MPa

$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d})$ = 0,099 + 0,130 = 0,229 < 1

$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + (\sigma_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}))^2$ = 0,132 + 0,017 = 0,149 < 1

SGN - Ścinanie:

Decyduje kombinacja: **K18**: 0,85·1,35·Stałe+1,5·wiatr z lewej+1,5·0,5·śnieg rónomiernie → γ_M = 1,3; k_{mod} = 0,60

Siła poprzeczna i odpowiadające naprężenie dla przekroju **x = 0,000 m** na pręcie **15**:

k_{cr} = 0,67

$V_{z,d}$ = -1,31 kN, $\tau_{z,d}$ = 0,16 MPa

Warunek nośności:

$f_{v,d} = k_{mod} \cdot f_{v,k} / \gamma_M$ = 1,75 MPa

$\tau_{z,d}$ = 0,16 MPa < $f_{v,d}$ = 1,75 MPa (8,9%)

SGU - Ugięcie chwilowe:

Decyduje kombinacja: **K32**: Stałe+śnieg rónomiernie+0,6·wiatr z prawej

Wartości dla przekroju **x = 1,706 m** na pręcie **16**:

u_{inst} = (-) 4,4 mm < $u_{inst,lim}$ = 1706 / 150 = 11,4 mm (38,8%)

Przekrój 150x170

→ A = 255,0 cm², W_y = 722,5 cm³, W_z = 637,5 cm³, J_y = 6141,3 cm⁴, J_z = 4781,2 cm⁴, J_{tor} = 9025,6 cm⁴, m = 10,5 kg/m

Drewno lite iglaste **C22** wg PN-EN 338:2016-06

→ $f_{t,0,k}$ = 13 MPa, $f_{c,0,k}$ = 20 MPa, $f_{m,k}$ = 22 MPa, $f_{v,k}$ = 3,8 MPa, $E_{0,mean}$ = 10 GPa, ρ_k = 340 kg/m³, ρ_{mean} = 410 kg/m³

SGN - Zginanie z rozciąganiem osiowym:

Decyduje kombinacja: **K19**: 0,85·1,35·Stałe+1,5·wiatr z prawej → $\gamma_M = 1,3$; $k_{mod} = 0,60$

Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju **x = 0,935 m** na pręcie **8**:

$N_{t,d} = 3,25$ kN, $\sigma_{t,0,d} = 0,13$ MPa

$M_{y,d} = -2,00$ kNm, $\sigma_{m,y,d} = 2,77$ MPa

Warunek nośności:

$f_{m,y,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 10,15$ MPa

$f_{t,0,d} = k_{mod} \cdot f_{t,0,k} / \gamma_M = 6,00$ MPa

$\sigma_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,021 + 0,272 = 0,294 < 1$

SGN - Warunek stateczności - wyboczenie:

Decyduje kombinacja: **K20**: 0,85·1,35·Stałe+1,5·wiatr z prawej+1,5·0,5·śnieg rónomiernie → $\gamma_M = 1,3$; $k_{mod} = 0,60$

Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju **x = 0,000 m** na pręcie **10**:

$N_{c,d} = 0,38$ kN, $\sigma_{c,0,d} = 0,01$ MPa

$M_{y,d} = 2,06$ kNm, $\sigma_{m,y,d} = 2,85$ MPa

Warunek stateczności elementu:

$l_{ey} = 0,935$ m; $k_{c,y} = 0,993$; $l_{ez} = 0,935$ m; $k_{c,z} = 0,983$; $k_m = 0,7$

$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 9,23$ MPa

$f_{m,y,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 10,15$ MPa

$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,002 + 0,280 = 0,282 < 1$

$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,002 + 0,196 = 0,198 < 1$

SGN - Warunek stateczności - zwichrzenie:

Decyduje kombinacja: **K19**: 0,85·1,35·Stałe+1,5·wiatr z prawej → $\gamma_M = 1,3$; $k_{mod} = 0,60$

Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju **x = 0,935 m** na pręcie **8**:

$N_{t,d} = 3,25$ kN, $\sigma_{t,0,d} = 0,13$ MPa

$M_{y,d} = -2,00$ kNm, $\sigma_{m,y,d} = 2,77$ MPa

Warunek stateczności elementu:

$l_{ef} = 0,85$ m; $k_{crit} = 1,000$

$f_{t,0,d} = k_{mod} \cdot f_{t,0,k} / \gamma_M = 6,00$ MPa

$f_{m,y,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 10,15$ MPa

$\sigma_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \sigma_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 0,021 + 0,272 = 0,294 < 1$

$\sigma_{t,0,d}/f_{t,0,d} + (\sigma_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}))^2 = 0,021 + 0,074 = 0,095 < 1$

SGN - Ścinanie:

Decyduje kombinacja: **K20**: 0,85·1,35·Stałe+1,5·wiatr z prawej+1,5·0,5·śnieg rónomiernie → $\gamma_M = 1,3$; $k_{mod} = 0,60$

Siła poprzeczna i odpowiadające naprężenie dla przekroju **x = 0,000 m** na pręcie **10**:

$k_{cr} = 0,67$

$V_{z,d} = 3,32$ kN, $\tau_{z,d} = 0,29$ MPa

Warunek nośności:

$f_{v,d} = k_{mod} \cdot f_{v,k} / \gamma_M = 1,75$ MPa

$\tau_{z,d} = 0,29$ MPa $< f_{v,d} = 1,75$ MPa (16,6%)

SGU - Ugięcie chwilowe:

Decyduje kombinacja: **K31**: Stałe+śnieg rónomiernie+0,6·wiatr z lewej

Wartości dla przekroju **x = 0,935 m** na pręcie **8**:

u_{inst} = (-) 2,2 mm < $u_{inst,lim}$ = 935 / 300 = 3,1 mm (71,4%)

Przekrój 150x180

→ A = 270,0 cm², W_y = 810,0 cm³, W_z = 675,0 cm³, J_y = 7290,0 cm⁴, J_z = 5062,5 cm⁴, J_{tor} = 10041,9 cm⁴, m = 11,1 kg/m

Drewno lite iglaste **C22** wg PN-EN 338:2016-06

→ $f_{t,0,k}$ = 13 MPa, $f_{c,0,k}$ = 20 MPa, $f_{m,k}$ = 22 MPa, $f_{v,k}$ = 3,8 MPa, $E_{0,mean}$ = 10 GPa, ρ_k = 340 kg/m³, ρ_{mean} = 410 kg/m³

SGN - Zginanie z rozciąganiem osiowym:

Decyduje kombinacja: **K18**: 0,85·1,35·Stałe+1,5·wiatr z lewej+1,5·0,5·śnieg rónomiernie → γ_M = 1,3; k_{mod} = 0,60

Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju **x = 1,770 m** na pręcie **3**:

$N_{t,d}$ = 1,48 kN, $\sigma_{t,0,d}$ = 0,05 MPa

$M_{y,d}$ = -2,01 kNm, $\sigma_{m,y,d}$ = 2,48 MPa

Warunek nośności:

$f_{m,y,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M$ = 10,15 MPa

$f_{t,0,d} = k_{mod} \cdot f_{t,0,k} / \gamma_M$ = 6,00 MPa

$\sigma_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d}$ = 0,009 + 0,245 = 0,254 < 1

SGN - Warunek stateczności - wyboczenie:

Decyduje kombinacja: **K20**: 0,85·1,35·Stałe+1,5·wiatr z prawej+1,5·0,5·śnieg rónomiernie → γ_M = 1,3; k_{mod} = 0,60

Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju **x = 0,945 m** na pręcie **2**:

$N_{c,d}$ = 0,45 kN, $\sigma_{c,0,d}$ = 0,02 MPa

$M_{y,d}$ = -1,23 kNm, $\sigma_{m,y,d}$ = 1,51 MPa

Warunek stateczności elementu:

l_{ey} = 0,945 m; $k_{c,y}$ = 0,996; l_{ez} = 0,945 m; $k_{c,z}$ = 0,982

$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M$ = 9,23 MPa

$f_{m,y,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M$ = 10,15 MPa

$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d}$ = 0,002 + 0,149 = 0,151 < 1

$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d}$ = 0,002 + 0,104 = 0,106 < 1

SGN - Warunek stateczności - zwichrzenie:

Decyduje kombinacja: **K18**: 0,85·1,35·Stałe+1,5·wiatr z lewej+1,5·0,5·śnieg rónomiernie → γ_M = 1,3; k_{mod} = 0,60

Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju **x = 1,770 m** na pręcie **3**:

$N_{t,d}$ = 1,48 kN, $\sigma_{t,0,d}$ = 0,05 MPa

$M_{y,d}$ = -2,01 kNm, $\sigma_{m,y,d}$ = 2,48 MPa

Warunek stateczności elementu:

l_{ef} = 1,68 m; k_{crit} = 1,000

$f_{t,0,d} = k_{mod} \cdot f_{t,0,k} / \gamma_M$ = 6,00 MPa

$f_{m,y,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M$ = 10,15 MPa

$\sigma_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \sigma_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d})$ = 0,009 + 0,245 = 0,254 < 1

$\sigma_{t,0,d}/f_{t,0,d} + (\sigma_{m,y,d}/(k_{crit}\cdot f_{m,y,d}))^2 = 0,009 + 0,060 = 0,069 < 1$

SGN - Ścinanie:

Decyduje kombinacja: **K20**: 0,85·1,35·Stałe+1,5·wiatr z prawej+1,5·0,5·śnieg rónomiernie → $\gamma_M = 1,3$; $k_{mod} = 0,60$

Siła poprzeczna i odpowiadające naprężenie dla przekroju **x = 0,000 m** na pręcie **5**:

$k_{cr} = 0,67$

$V_{z,d} = -2,90$ kN, $\tau_{z,d} = 0,24$ MPa

Warunek nośności:

$f_{v,d} = k_{mod}\cdot f_{v,k} / \gamma_M = 1,75$ MPa

$\tau_{z,d} = 0,24$ MPa $< f_{v,d} = 1,75$ MPa (13,7%)

Przekrój 140x150

→ A = 210,0 cm², $W_y = 525,0$ cm³, $W_z = 490,0$ cm³, $J_y = 3937,5$ cm⁴, $J_z = 3430,0$ cm⁴, $J_{tor} = 6157,9$ cm⁴, m = 8,6 kg/m

Drewno lite iglaste **C22** wg PN-EN 338:2016-06

→ $f_{t,0,k} = 13$ MPa, $f_{c,0,k} = 20$ MPa, $f_{m,k} = 22$ MPa, $f_{v,k} = 3,8$ MPa, $E_{0,mean} = 10$ GPa, $\rho_k = 340$ kg/m³, $\rho_{mean} = 410$ kg/m³

SGN - Zginanie z rozciąganiem osiowym:

Decyduje kombinacja: **K20**: 0,85·1,35·Stałe+1,5·wiatr z prawej+1,5·0,5·śnieg rónomiernie → $\gamma_M = 1,3$; $k_{mod} = 0,60$

Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju **x = 0,000 m** na pręcie **13**:

$N_{t,d} = 0,16$ kN, $\sigma_{t,0,d} = 0,01$ MPa

$M_{y,d} = -1,66$ kNm, $\sigma_{m,y,d} = 3,17$ MPa

Warunek nośności:

$f_{m,y,d} = k_{mod}\cdot f_{m,k} / \gamma_M = 10,15$ MPa

$f_{t,0,d} = k_{mod}\cdot f_{t,0,k} / \gamma_M = 6,00$ MPa

$\sigma_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,001 + 0,312 = 0,314 < 1$

SGN - Warunek stateczności - wyboczenie:

Decyduje kombinacja: **K25**: 1,0·Stałe+1,5·wiatr z lewej → $\gamma_M = 1,3$; $k_{mod} = 0,60$

Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju **x = 1,770 m** na pręcie **13**:

$N_{c,d} = 0,06$ kN, $\sigma_{c,0,d} = 0,00$ MPa

$M_{y,d} = -1,58$ kNm, $\sigma_{m,y,d} = 3,00$ MPa

Warunek stateczności elementu:

$l_{ey} = 1,770$ m; $k_{c,y} = 0,872$; $l_{ez} = 1,770$ m; $k_{c,z} = 0,846$

$f_{c,0,d} = k_{mod}\cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 9,23$ MPa

$f_{m,y,d} = k_{mod}\cdot f_{m,k} / \gamma_M = 10,15$ MPa

$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y}\cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,000 + 0,296 = 0,296 < 1$

$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z}\cdot f_{c,0,d}) + k_m\cdot\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,000 + 0,207 = 0,207 < 1$

SGN - Warunek stateczności - zwichrzenie:

Decyduje kombinacja: **K20**: 0,85·1,35·Stałe+1,5·wiatr z prawej+1,5·0,5·śnieg rónomiernie → $\gamma_M = 1,3$; $k_{mod} = 0,60$

Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju **x = 0,000 m** na pręcie **13**:

$N_{t,d} = 0,16$ kN, $\sigma_{t,0,d} = 0,01$ MPa

$M_{y,d}$ = -1,66 kNm, $\sigma_{m,y,d}$ = 3,17 MPa

Warunek stateczności elementu:

l_{ef} = 1,70 m; k_{crit} = 1,000

$f_{t,0,d} = k_{mod} \cdot f_{t,0,k} / \gamma_M$ = 6,00 MPa

$f_{m,y,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M$ = 10,15 MPa

$\sigma_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \sigma_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d})$ = 0,001 + 0,312 = 0,314 < 1

$\sigma_{t,0,d}/f_{t,0,d} + (\sigma_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}))^2$ = 0,001 + 0,098 = 0,099 < 1

SGN - Ścinanie:

Decyduje kombinacja: **K20**: 0,85·1,35·Stałe+1,5·wiatr z prawej+1,5·0,5·śnieg rónomiernie → γ_M = 1,3; k_{mod} = 0,60

Siła poprzeczna i odpowiadające naprężenie dla przekroju **x = 0,000 m** na pręcie **13**:

k_{cr} = 0,67

$V_{z,d}$ = -1,94 kN, $\tau_{z,d}$ = 0,21 MPa

Warunek nośności:

$f_{v,d} = k_{mod} \cdot f_{v,k} / \gamma_M$ = 1,75 MPa

$\tau_{z,d}$ = 0,21 MPa < $f_{v,d}$ = 1,75 MPa (11,8%)

SGU - Ugięcie chwilowe:

Decyduje kombinacja: **K32**: Stałe+śnieg rónomiernie+0,6·wiatr z prawej

Wartości dla przekroju **x = 1,770 m** na pręcie **13**:

u_{inst} = (-) 3,5 mm < $u_{inst,lim}$ = 1770 / 300 = 5,9 mm (59,3%)

Przekrój 180x200

→ A = 360,0 cm², W_y = 1200,0 cm³, W_z = 1080,0 cm³, J_y = 12000,0 cm⁴, J_z = 9720,0 cm⁴, J_{tor} = 18028,9 cm⁴, m = 14,8 kg/m

Drewno lite iglaste **C22** wg PN-EN 338:2016-06

→ $f_{t,0,k}$ = 13 MPa, $f_{c,0,k}$ = 20 MPa, $f_{m,k}$ = 22 MPa, $f_{v,k}$ = 3,8 MPa, $E_{0,mean}$ = 10 GPa, ρ_k = 340 kg/m³, ρ_{mean} = 410 kg/m³

SGN - Zginanie ze ściskaniem osiowym:

Decyduje kombinacja: **K20**: 0,85·1,35·Stałe+1,5·wiatr z prawej+1,5·0,5·śnieg rónomiernie → γ_M = 1,3; k_{mod} = 0,60

Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju **x = 0,000 m** na pręcie **9**:

$N_{c,d}$ = 3,21 kN, $\sigma_{c,0,d}$ = 0,09 MPa

$M_{y,d}$ = -2,12 kNm, $\sigma_{m,y,d}$ = 1,77 MPa

Warunek nośności:

$f_{m,y,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M$ = 10,15 MPa

$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M$ = 9,23 MPa

$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d}$ = 0,000 + 0,174 = 0,174 < 1

SGN - Warunek stateczności - wyboczenie:

Decyduje kombinacja: **K20**: 0,85·1,35·Stałe+1,5·wiatr z prawej+1,5·0,5·śnieg rónomiernie → γ_M = 1,3; k_{mod} = 0,60

Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju **x = 0,000 m** na pręcie **9**:

$N_{c,d}$ = 3,21 kN, $\sigma_{c,0,d}$ = 0,09 MPa

$M_{y,d}$ = -2,12 kNm, $\sigma_{m,y,d}$ = 1,77 MPa

Warunek stateczności elementu:

l_{ey} = 1,770 m; $k_{c,y}$ = 0,940; l_{ez} = 1,770 m; $k_{c,z}$ = 0,920

$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M$ = 9,23 MPa

$f_{m,y,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M$ = 10,15 MPa

$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d}$ = 0,010 + 0,174 = 0,184 < 1

$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d}$ = 0,010 + 0,122 = 0,132 < 1

SGN - Warunek stateczności - zwichrzenie:

Decyduje kombinacja: **K20**: 0,85·1,35·Stałe+1,5·wiatr z prawej+1,5·0,5·śnieg rónomiernie → γ_M = 1,3; k_{mod} = 0,60

Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju **x = 0,000 m** na pręcie **9**:

$N_{c,d}$ = 3,21 kN, $\sigma_{c,0,d}$ = 0,09 MPa

$M_{y,d}$ = -2,12 kNm, $\sigma_{m,y,d}$ = 1,77 MPa

Warunek stateczności elementu:

l_{ef} = 1,67 m; k_{crit} = 1,000

$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M$ = 9,23 MPa

$f_{m,y,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M$ = 10,15 MPa

$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d})$ = 0,010 + 0,174 = 0,184 < 1

$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + (\sigma_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}))^2$ = 0,010 + 0,030 = 0,041 < 1

SGN - Ścinanie:

Decyduje kombinacja: **K20**: 0,85·1,35·Stałe+1,5·wiatr z prawej+1,5·0,5·śnieg rónomiernie → γ_M = 1,3; k_{mod} = 0,60

Siła poprzeczna i odpowiadające naprężenie dla przekroju **x = 0,000 m** na pręcie **9**:

k_{cr} = 0,67

$V_{z,d}$ = -2,70 kN, $\tau_{z,d}$ = 0,17 MPa

Warunek nośności:

$f_{v,d} = k_{mod} \cdot f_{v,k} / \gamma_M$ = 1,75 MPa

$\tau_{z,d}$ = 0,17 MPa < $f_{v,d}$ = 1,75 MPa (9,6%)

SGU - Ugięcie chwilowe:

Decyduje kombinacja: **K32**: Stałe+śnieg rónomiernie+0,6·wiatr z prawej

Wartości dla przekroju **x = 1,770 m** na pręcie **9**:

u_{inst} = (-) 3,5 mm < $u_{inst,lim}$ = 1770 / 300 = 5,9 mm (59,3%)

4. WIESZAROWY DACH WYŻSZY (PRZEKRÓJ C-C)

4.1. OBCIĄŻENIA STAŁE

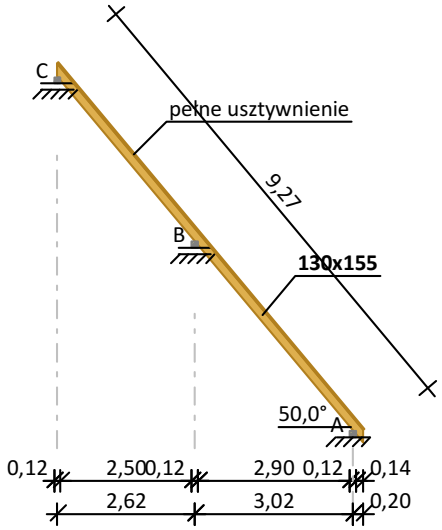
Ciężar własny konstrukcji wygenerowano automatycznie w programie obliczeniowym na podstawie zadanych charakterystyk geometrycznych i materiałowych. Zestawienie pozostałych obciążeń stałych pokazano w tablicy 2.

Tablica 2. Ciężar pokrycia dachowego

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m^2
1.	Deskowanie pełne [6,0 kN/m^3 x 0,025 m = 0,15 kN/m^2]	0,15
2.	Pokrycie z blachy gr. 0,6 mm [78,5 kN/m^3 x 0,0006 m = 0,05 kN/m^2]	0,05
	Σ:	**0,20**

4.2. KROKIEW

DANE:
Szkic



Kąt nachylenia połaci dachowej α = 50,0°
Odcinek wspornika l_1 = 0,20 m
Odcinek A-B l_2 = 3,02 m
Odcinek B-C l_3 = 2,62 m
Rozstaw osiowy krokwi a = 0,83 m

Podpora A: nieprzesuwna; b = 0,12 m
Podpora B: przesuwna; b = 0,12 m
Podpora C: przesuwna; b = 0,12 m
Usztywnienia boczne krokwi - na całej długości elementu

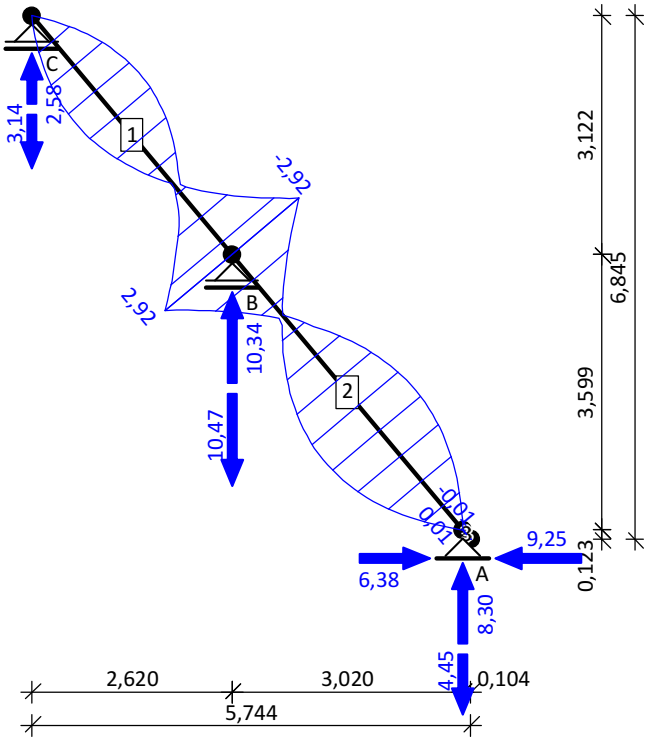
Dane materiałowe:
Drewno lite iglaste **C22** wg PN-EN 338:2016-06
Krokiew 130x155 mm

Obciążenia:
Pokrycie dachu g_1 = 0,200 kN/m²
Uwzględniono ciężar własny elementu
Obciążenie warstwami wykończeniowymi:
- na całej długości krokwi bez wsporników g_2 = 0,00 kN/m²
- na pozostałej części krokwi g_3 = 0,00 kN/m²
Obciążenie śniegiem wyznaczono automatycznie
- Iloczyn współczynnika ekspozycji, współczynnika termicznego i obciążenia charakterystycznego śniegiem gruntu $C_e \cdot C_t \cdot s_k$ = 0,900 kN/m²
Obciążenie wiatrem wyznaczono automatycznie jak dla strefy środkowej dachu dwuspadowego
- Parametry dachu:
- Wysokość całkowita h = 35,00 m
- Długość dachu c = 40,00 m
- Długość okapów c_1 = 0,30 m
- Szerokość dachu przyjęto wg zdefiniowanych wymiarów obliczanego elementu
- Szczytowe ciśnienie prędkości wiatru $q_{p(z)}$ = 0,785 kPa
Obciążenie użytkowe powierzchni dachu (krótkotrwałe)
q = 0,000 kN/m²

Założenia obliczeniowe:
Załącznik krajowy: PN-EN (Polska)
Klasa niezawodności konstrukcji - RC2
Klasa użytkowania konstrukcji - 2

WYNIKI:

Obwiednia momentów zginających [kNm]:



Reakcje podporowe dla poszczególnych przypadków:

podpora	R_V [kN]	R_H [kN]
stałe		
A	0,48	0,00
B	1,36	--
C	0,36	--
śnieg równomierny		
A	0,24	0,00
B	0,70	--
C	0,18	--
śnieg max. z lewej		
A	0,24	0,00
B	0,70	--
C	0,18	--
śnieg max. z prawej		
A	0,12	0,00
B	0,35	--
C	0,09	--
wiatr z prawej, strefa FH		
A	-2,30	2,92
B	3,83	--
C	0,91	--
wiatr z prawej, strefa GH		
A	-2,30	2,92
B	3,83	--

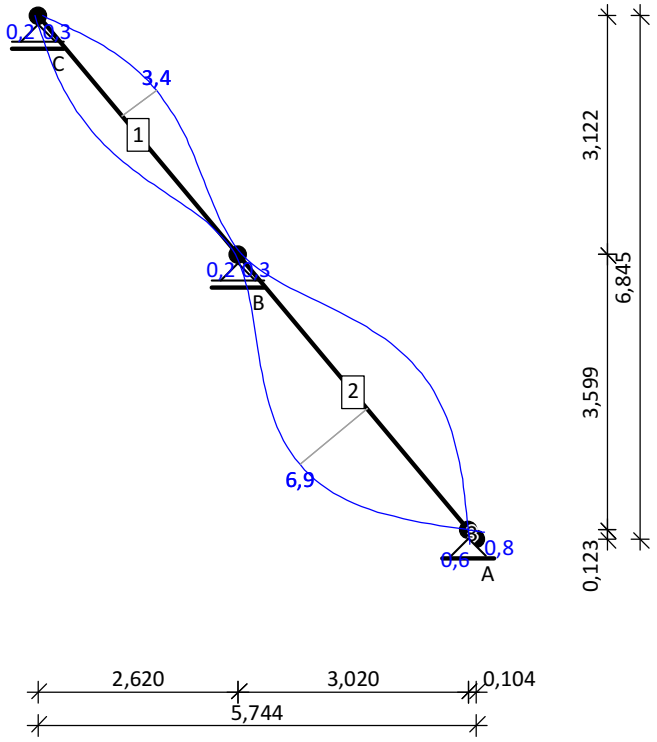
C	0,91	--
wiatr z lewej, strefa IJ		
A	1,07	-1,12
B	-1,55	--
C	-0,46	--
wiatr na ścianę szczytową, strefa FG		
A	4,39	-5,27
B	-6,77	--
C	-2,04	--
wiatr ściana szczytowa, strefa H		
A	2,96	-3,74
B	-4,83	--
C	-1,27	--
wiatr ściana szczytowa, strefa I		
A	1,74	-2,12
B	-2,79	--
C	-0,73	--
ciśnienie wewnętrzne		
A	0,66	-0,89
B	-1,11	--
C	-0,29	--
ciśnienie wewnętrzne (ii)		
A	-0,99	1,34
B	1,67	--
C	0,44	--

Ekstremalne reakcje podporowe:

podpora	R_V [kN]	R_H [kN]	kombinacja
A	**8,30** **-4,45** -4,19	**-9,25** 6,38 **6,38**	**K169:** 0,85·1,35·stałe+(1,5·wiatr na ścianę szczytową, strefa FG+1,5·ciśnienie wewnętrzne)+1,5·0,5·śnieg równomierny **K240:** 1,0·stałe+(1,5·wiatr z prawej, strefa FH+1,5·ciśnienie wewnętrzne (ii)) **K146:** 0,85·1,35·stałe+(1,5·wiatr z prawej, strefa FH+1,5·ciśnienie wewnętrzne (ii))+1,5·0,5·śnieg równomierny
B	**10,34** **-10,47**	0,00 0,00	**K146:** 0,85·1,35·stałe+(1,5·wiatr z prawej, strefa FH+1,5·ciśnienie wewnętrzne (ii))+1,5·0,5·śnieg równomierny **K263:** 1,0·stałe+(1,5·wiatr na ścianę szczytową, strefa FG+1,5·ciśnienie wewnętrzne)
C	**2,58** **-3,14**	0,00 0,00	**K156:** 0,85·1,35·stałe+(1,5·wiatr z prawej, strefa GH+1,5·ciśnienie wewnętrzne (ii))+1,5·0,5·śnieg max. z lewej **K263:** 1,0·stałe+(1,5·wiatr na ścianę szczytową, strefa FG+1,5·ciśnienie wewnętrzne)

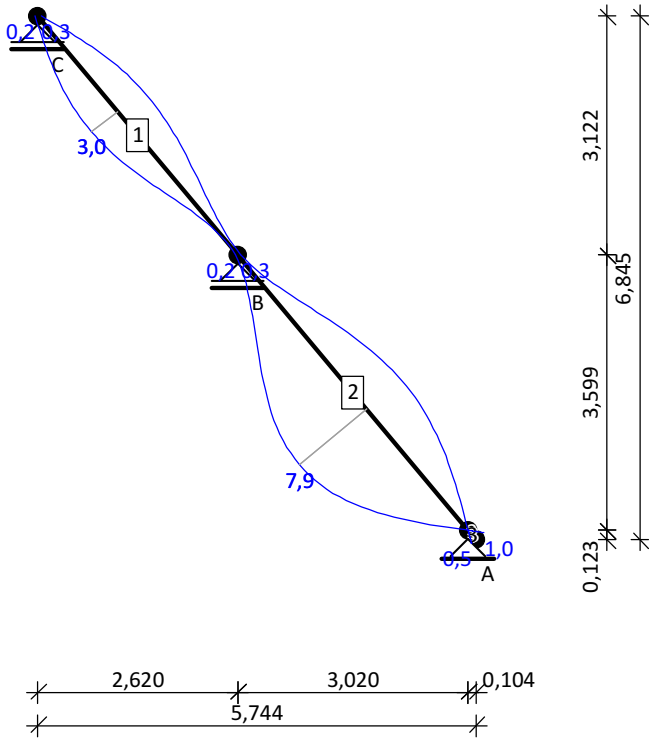
Obwiednia SGU charakterystyczna:

Wykres przemieszczeń chwilowych [mm]:



Obwiednia SGU quasi-stała + p.2.2.3(3) EN 1995-1-1:

Wykres przemieszczeń końcowych [mm]:



Krokiew 130x155 mm

→ A = 201,5 cm², W_y = 520,5 cm³, W_z = 436,6 cm³, J_y = 4034,2 cm⁴, J_z = 2837,8 cm⁴, J_{tor} = 5598,3 cm⁴, m = 8,3 kg/m

Drewno lite iglaste **C22** wg PN-EN 338:2016-06

→ $f_{t,0,k}$ = 13 MPa, $f_{c,0,k}$ = 20 MPa, $f_{m,k}$ = 22 MPa, $f_{v,k}$ = 3,8 MPa, $E_{0,mean}$ = 10 GPa, ρ_k = 340 kg/m³, ρ_{mean} = 410 kg/m³

SGN - Zginanie z rozciąganiem osiowym:

Decyduje kombinacja: **K146:** 0,85·1,35·stałe+(1,5·wiatr z prawej, strefa FH+1,5·ciśnienie wewnętrzne (ii))+1,5·0,5·śnieg równomierny → γ_M = 1,3; k_{mod} = 0,90

Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju **x = 0,00 m** na pręcie **2**:

$N_{t,d}$ = 8,71 kN, $\sigma_{t,0,d}$ = 0,43 MPa

$M_{y,d}$ = -2,92 kNm, $\sigma_{m,y,d}$ = 5,61 MPa

Warunek nośności:

$f_{m,y,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M$ = 15,23 MPa

$f_{t,0,d} = k_{mod} \cdot f_{t,0,k} / \gamma_M$ = 9,00 MPa

$\sigma_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d}$ = 0,048 + 0,368 = 0,416 < 1

SGN - Warunek stateczności - wyboczenie:

Decyduje kombinacja: **K263:** 1,0·stałe+(1,5·wiatr na ścianę szczytową, strefa FG+1,5·ciśnienie wewnętrzne) → γ_M = 1,3; k_{mod} = 0,90

Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju **x = 0,00 m** na pręcie **2**:

$N_{c,d}$ = 11,20 kN, $\sigma_{c,0,d}$ = 0,56 MPa

$M_{y,d}$ = 2,92 kNm, $\sigma_{m,y,d}$ = 5,60 MPa

Warunek stateczności elementu:

l_{ey} = 4,70 m; $k_{c,y}$ = 0,267; l_{ez} = 0,00 m; k_m = 0,7

$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M$ = 13,85 MPa

$f_{m,y,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M$ = 15,23 MPa

$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d}$ = 0,151 + 0,368 = 0,518 < 1

$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d}$ = 0,002 + 0,257 = 0,259 < 1

SGN - Warunek stateczności - zwichrzenie:

element zabezpieczony przed zwichrzeniem

SGN - Ścinanie:

Decyduje kombinacja: **K146:** 0,85·1,35·stałe+(1,5·wiatr z prawej, strefa FH+1,5·ciśnienie wewnętrzne (ii))+1,5·0,5·śnieg równomierny → γ_M = 1,3; k_{mod} = 0,90

Siła poprzeczna i odpowiadające naprężenie dla przekroju **x = 0,00 m** na pręcie **2**:

k_{cr} = 0,67

$V_{z,d}$ = -3,49 kN, $\tau_{z,d}$ = 0,39 MPa

Warunek nośności:

$f_{v,d} = k_{mod} \cdot f_{v,k} / \gamma_M$ = 2,63 MPa

$\tau_{z,d}$ = 0,39 MPa < $f_{v,d}$ = 2,63 MPa (14,7%)

SGN - Docisk na podporze:

Decyduje kombinacja: **K146:** 0,85·1,35·stałe+(1,5·wiatr z prawej, strefa FH+1,5·ciśnienie wewnętrzne (ii))+1,5·0,5·śnieg równomierny → γ_M = 1,3; k_{mod} = 0,90

Podpora B → Reakcja $R_{V,B}$ = 10,34 kN; a_p = 39,2 mm; b_e = 130 mm

$k_{c,90}$ = 1,00
$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M$ = 13,85 MPa
$f_{c,90,d} = k_{mod} \cdot f_{c,90,k} / \gamma_M$ = 1,66 MPa
$\sigma_{c,40,d}$ = 2,03 MPa < $f_{c,0,d} /[(f_{c,0,d}/(k_{c,90} \cdot f_{c,90,d})) \cdot \sin^2 40° + \cos^2 40°]$ = 3,44 MPa (59,1%)

SGU - Ugięcie chwilowe:

Decyduje kombinacja: **K322:** stałe+(wiatr z prawej, strefa FH+ciśnienie wewnętrzne (ii))+0,5·śnieg równomierny

Wartości dla przekroju **x = 2,63 m** na pręcie **2**:

u_{inst} = (-) 6,9 mm < $u_{inst,lim}$ = 4698 / 150 = 31,3 mm (21,9%)

SGU - Ugięcie końcowe:

Decyduje kombinacja: **K410:** 1,8·stałe+(1,0·wiatr z prawej, strefa FH+1,0·ciśnienie wewnętrzne (ii))+0,5·śnieg równomierny

Wartości dla przekroju **x = 2,63 m** na pręcie **2**:

u_{fin} = (-) 7,9 mm < $u_{fin,lim}$ = 1,5·4698 / 150 = 47,0 mm (16,7%)

Krokiew w miejscu oparcia na podporze 130x125 mm

→ A = 162,5 cm², W_y = 338,5 cm³, W_z = 352,1 cm³, J_y = 2115,9 cm⁴, J_z = 2288,5 cm⁴, J_{tor} = 3698,3 cm⁴, m = 6,7 kg/m

Drewno lite iglaste **C22** wg PN-EN 338:2016-06

→ $f_{t,0,k}$ = 13 MPa, $f_{c,0,k}$ = 20 MPa, $f_{m,k}$ = 22 MPa, $f_{v,k}$ = 3,8 MPa, $E_{0,mean}$ = 10 GPa, ρ_k = 340 kg/m³, ρ_{mean} = 410 kg/m³

SGN - Zginanie z rozciąganiem osiowym:

Decyduje kombinacja: **K146:** 0,85·1,35·stałe+(1,5·wiatr z prawej, strefa FH+1,5·ciśnienie wewnętrzne (ii))+1,5·0,5·śnieg równomierny → γ_M = 1,3; k_{mod} = 0,90

Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju **x = 0,00 m** na pręcie **2**:

$N_{t,d}$ = 8,71 kN, $\sigma_{t,0,d}$ = 0,54 MPa
$M_{y,d}$ = -2,92 kNm, $\sigma_{m,y,d}$ = 8,63 MPa

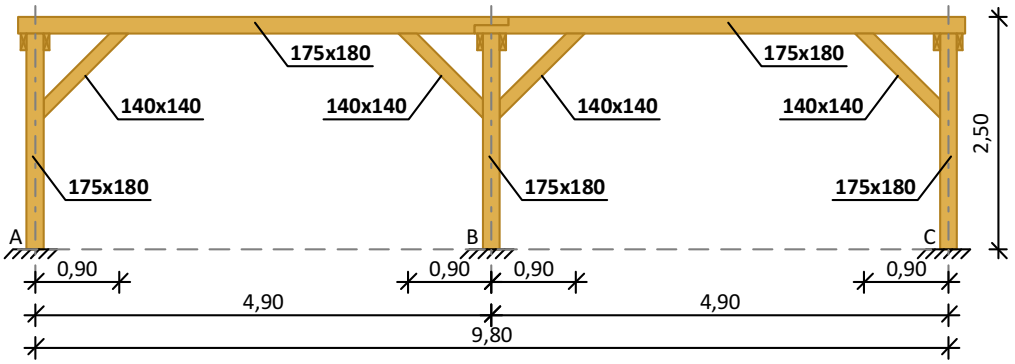
Warunek nośności:

$k_{h,y}$ = 1,037; $f_{m,y,d} = k_{h,y} \cdot (k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M)$ = 15,80 MPa
k_h = 1,029; $f_{t,0,d} = k_h \cdot (k_{mod} \cdot f_{t,0,k} / \gamma_M)$ = 9,26 MPa
$\sigma_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d}$ = 0,058 + 0,546 = 0,604 < 1

4.3. PŁATEW KALENICOWA

DANE:

Szkic



Dane materiałowe:

Drewno lite iglaste **C22** wg PN-EN 338:2016-06
Płatew 175x180 mm
Słup 175x180 mm
Miecz 140x140 mm

Obciążenia:

Przypadki obciążenia stałego i odpowiadające wartości obciążeń:
- stałe g_z = 0,430 kN/m; g_y = 0,000 kN/m

Uwzględniono ciężar własny elementu
Przypadki obciążenia śniegiem i odpowiadające wartości obciążeń:
- śnieg równomierny s_z = 0,223 kN/m; s_y = 0,000 kN/m
- śnieg max. z lewej s_z = 0,223 kN/m; s_y = 0,000 kN/m
- śnieg max. z prawej s_z = 0,111 kN/m; s_y = 0,000 kN/m

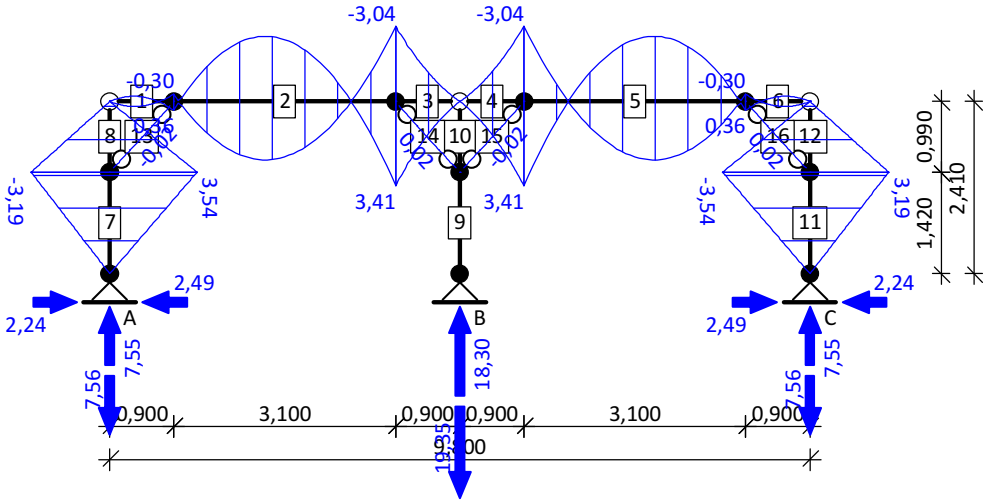
Przypadki obciążenia wiatrem i odpowiadające wartości obciążeń:
- wiatr z prawej, strefa FH w_z = 1,102 kN/m; w_y = 0,000 kN/m
- wiatr z prawej, strefa GH w_z = 1,102 kN/m; w_y = 0,000 kN/m
- wiatr z lewej, strefa IJ w_z = -0,554 kN/m; w_y = 0,000 kN/m
- wiatr na ścianę szczytową, strefa FG w_z = -2,453 kN/m; w_y = 0,000 kN/m
- wiatr ściana szczytowa, strefa H w_z = -1,528 kN/m; w_y = 0,000 kN/m
- wiatr ściana szczytowa, strefa I w_z = -0,881 kN/m; w_y = 0,000 kN/m
- ciśnienie wewnętrzne w_z = -0,353 kN/m; w_y = 0,000 kN/m
- ciśnienie wewnętrzne (ii) w_z = 0,530 kN/m; w_y = 0,000 kN/m

Obciążenie użytkowe powierzchni dachu q_z = 0,000 kN/m
Obciążenie zmienne (użytkowe stropu; ψ_0 = 1,00; ψ_1 = 1,00; ψ_2 = 1,00; średniotrwałe)
q_z = 0,000 kN/m

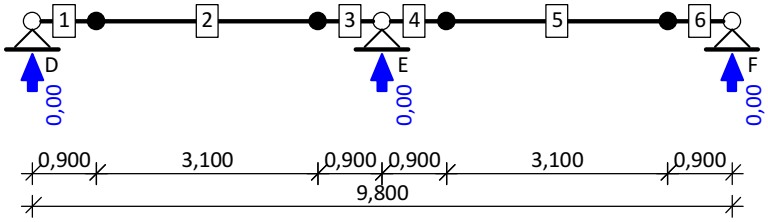
Założenia obliczeniowe:
Załącznik krajowy: PN-EN (Polska)
Klasa niezawodności konstrukcji - RC2
Klasa użytkowania konstrukcji - 2

WYNIKI:
Obwiednia momentów zginających [kNm]:

Kierunek pionowy:



Kierunek poziomy:



Reakcje podporowe dla poszczególnych przypadków:

podpora	R_V [kN]	R_H [kN]	R_Z [kN]
stałe			
A	1,62	0,39	--
B	3,55	0,00	--
C	1,62	-0,39	--
D	--	--	0,00
E	--	--	0,00
F	--	--	0,00
śnieg równomierny			
A	0,49	0,15	--
B	1,21	0,00	--
C	0,49	-0,15	--
D	--	--	0,00
E	--	--	0,00

F	--	--	0,00
śnieg max. z lewej			
A	0,49	0,15	--
B	1,21	0,00	--
C	0,49	-0,15	--
D	--	--	0,00
E	--	--	0,00
F	--	--	0,00
śnieg max. z prawej			
A	0,24	0,08	--
B	0,61	0,00	--
C	0,24	-0,08	--
D	--	--	0,00
E	--	--	0,00
F	--	--	0,00
wiatr z prawej, strefa FH			
A	2,40	0,76	--
B	6,00	0,00	--
C	2,40	-0,76	--
D	--	--	0,00
E	--	--	0,00
F	--	--	0,00
wiatr z prawej, strefa GH			
A	2,40	0,76	--
B	6,00	0,00	--
C	2,40	-0,76	--
D	--	--	0,00
E	--	--	0,00
F	--	--	0,00
wiatr z lewej, strefa IJ			
A	-1,21	-0,38	--
B	-3,02	0,00	--
C	-1,21	0,38	--
D	--	--	0,00
E	--	--	0,00
F	--	--	0,00
wiatr na ścianę szczytową, strefa FG			
A	-5,35	-1,68	--
B	-13,35	0,00	--
C	-5,35	1,68	--
D	--	--	0,00
E	--	--	0,00
F	--	--	0,00
wiatr ściana szczytowa, strefa H			
A	-3,33	-1,05	--
B	-8,32	0,00	--
C	-3,33	1,05	--
D	--	--	0,00
E	--	--	0,00
F	--	--	0,00

wiatr ściana szczytowa, strefa I			
A	-1,92	-0,60	--
B	-4,80	0,00	--
C	-1,92	0,60	--
D	--	--	0,00
E	--	--	0,00
F	--	--	0,00
ciśnienie wewnętrzne			
A	-0,77	-0,24	--
B	-1,92	0,00	--
C	-0,77	0,24	--
D	--	--	0,00
E	--	--	0,00
F	--	--	0,00
ciśnienie wewnętrzne (ii)			
A	1,15	0,36	--
B	2,88	0,00	--
C	1,15	-0,36	--
D	--	--	0,00
E	--	--	0,00
F	--	--	0,00

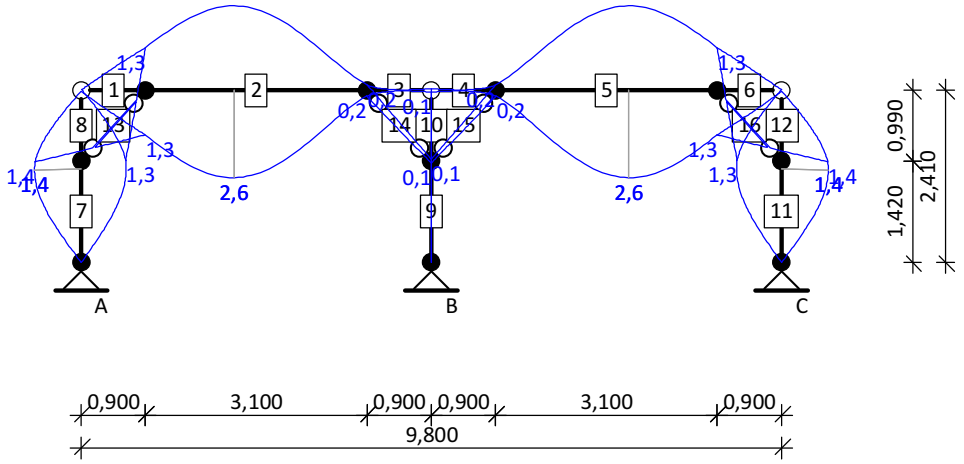
Ekstremalne reakcje podporowe:

	R_V [kN]	R_H [kN]	R_Z [kN]	kombinacja
A	**7,55** **-7,56**	**2,24** **-2,49**	-- --	**K146:** 0,85·1,35·stałe+(1,5·wiatr z prawej, strefa FH+1,5·ciśnienie wewnętrzne (ii))+1,5·0,5·śnieg równomierny **K263:** 1,0·stałe+(1,5·wiatr na ścianę szczytową, strefa FG+1,5·ciśnienie wewnętrzne)
B	**18,30** **-19,35**	**0,00** **0,00**	-- --	**K146:** 0,85·1,35·stałe+(1,5·wiatr z prawej, strefa FH+1,5·ciśnienie wewnętrzne (ii))+1,5·0,5·śnieg równomierny **K263:** 1,0·stałe+(1,5·wiatr na ścianę szczytową, strefa FG+1,5·ciśnienie wewnętrzne)
C	**7,55** **-7,56**	**-2,24** **2,49**	-- --	**K146:** 0,85·1,35·stałe+(1,5·wiatr z prawej, strefa FH+1,5·ciśnienie wewnętrzne (ii))+1,5·0,5·śnieg równomierny **K263:** 1,0·stałe+(1,5·wiatr na ścianę szczytową, strefa FG+1,5·ciśnienie wewnętrzne)
D				
E				
F				

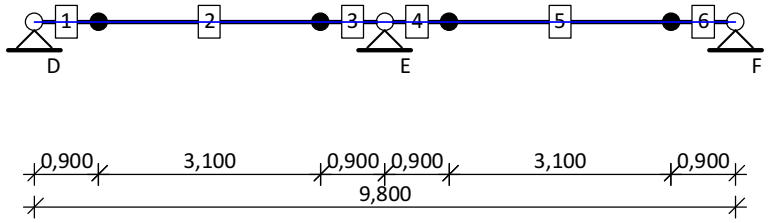
Obwiednia SGU charakterystyczna:

Wykres przemieszczeń chwilowych [mm]:

Kierunek pionowy:



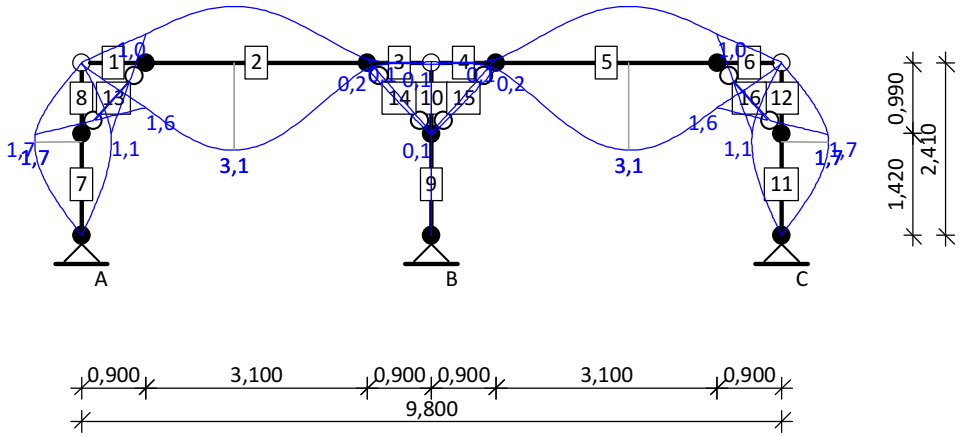
Kierunek poziomy:



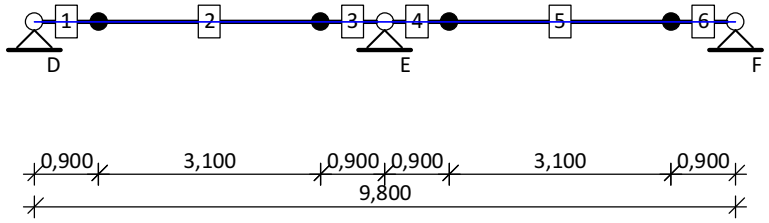
Obwiednia SGU quasi-stała + p.2.2.3(3) EN 1995-1-1:

Wykres przemieszczeń końcowych [mm]:

Kierunek pionowy:



Kierunek poziomy:



Płatew 175x180 mm

→ A = 315,0 cm², W_y = 945,0 cm³, W_z = 918,8 cm³, J_y = 8505,0 cm⁴, J_z = 8039,1 cm⁴, J_{tor} = 13913,0 cm⁴, m = 12,9 kg/m

Drewno lite iglaste **C22** wg PN-EN 338:2016-06

→ $f_{t,0,k}$ = 13 MPa, $f_{c,0,k}$ = 20 MPa, $f_{m,k}$ = 22 MPa, $f_{v,k}$ = 3,8 MPa, $E_{0,mean}$ = 10 GPa, ρ_k = 340 kg/m³, ρ_{mean} = 410 kg/m³

SGN - Zginanie z rozciąganiem osiowym:

Decyduje kombinacja: **K263:** 1,0·stałe+(1,5·wiatr na ścianę szczytową, strefa FG+1,5·ciśnienie wewnętrzne) → γ_M = 1,3; k_{mod} = 0,90

Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju **x = 0,00 m** na pręcie **5**:

$N_{t,d}$ = 2,49 kN, $\sigma_{t,0,d}$ = 0,08 MPa

$M_{y,d}$ = 3,41 kNm, $\sigma_{m,y,d}$ = 3,60 MPa

Warunek nośności:

$f_{m,y,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M$ = 15,23 MPa

$f_{t,0,d} = k_{mod} \cdot f_{t,0,k} / \gamma_M$ = 9,00 MPa

$\sigma_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d}$ = 0,009 + 0,237 = 0,245 < 1

SGN - Warunek stateczności - wyboczenie:

Decyduje kombinacja: **K263:** 1,0·stałe+(1,5·wiatr na ścianę szczytową, strefa FG+1,5·ciśnienie wewnętrzne) → γ_M = 1,3; k_{mod} = 0,90

Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju **x = 0,00 m** na pręcie **3**:

$N_{c,d}$ = 8,44 kN, $\sigma_{c,0,d}$ = 0,27 MPa

$M_{y,d}$ = 3,41 kNm, $\sigma_{m,y,d}$ = 3,60 MPa

Warunek stateczności elementu:

l_{ey} = 0,90 m; $k_{c,y}$ = 1,000; l_{ez} = 0,90 m; $k_{c,z}$ = 0,998; k_m = 0,7

$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M$ = 13,85 MPa

$f_{m,y,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M$ = 15,23 MPa

$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d}$ = 0,019 + 0,237 = 0,256 < 1

$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d}$ = 0,019 + 0,166 = 0,185 < 1

SGN - Warunek stateczności - zwichrzenie:

Decyduje kombinacja: **K263:** 1,0·stałe+(1,5·wiatr na ścianę szczytową, strefa FG+1,5·ciśnienie wewnętrzne) → γ_M = 1,3; k_{mod} = 0,90

Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju **x = 0,00 m** na pręcie **3**:

$N_{c,d}$ = 8,44 kN, $\sigma_{c,0,d}$ = 0,27 MPa

$M_{y,d}$ = 3,41 kNm, $\sigma_{m,y,d}$ = 3,60 MPa

Warunek stateczności elementu:

l_{ef} = 1,26 m; k_{crit} = 1,000

$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M$ = 13,85 MPa

$f_{m,y,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M$ = 15,23 MPa

$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d})$ = 0,019 + 0,237 = 0,256 < 1

$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + (\sigma_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}))^2$ = 0,019 + 0,056 = 0,075 < 1

SGN - Ścinanie:

Decyduje kombinacja: **K263:** 1,0·stałe+(1,5·wiatr na ścianę szczytową, strefa FG+1,5·ciśnienie wewnętrzne) → γ_M = 1,3; k_{mod} = 0,90

Siły poprzeczne i odpowiadające naprężenia dla przekroju **x = 0,00 m** na pręcie **5**:

k_{cr} = 0,67

$V_{z,d}$ = 6,65 kN, $\tau_{z,d}$ = 0,47 MPa

$V_{y,d}$ = 0,00 kN, $\tau_{y,d}$ = 0,00 MPa

Warunek nośności:

$f_{v,d} = k_{mod} \cdot f_{v,k} / \gamma_M$ = 2,63 MPa

$\tau_{z,d}$ = 0,47 MPa < $f_{v,d}$ = 2,63 MPa (18,0%)

SGU - Ugięcie chwilowe:

Decyduje kombinacja: **K322:** stałe+(wiatr z prawej, strefa FH+ciśnienie wewnętrzne (ii))+0,5·śnieg równomierny

Wartości dla przekroju **x = 0,00 m** na pręcie **6**:

$u_{inst} = (u_{inst,z}^2 + u_{inst,y}^2)^{0,5}$ = (-) 1,3 mm < $u_{inst,lim}$ = 900 / 150 = 6,0 mm (22,2%)

SGU - Ugięcie końcowe:

Decyduje kombinacja: **K410:** 1,8·stałe+(1,0·wiatr z prawej, strefa FH+1,0·ciśnienie wewnętrzne (ii))+0,5·śnieg równomierny

Wartości dla przekroju **x = 0,00 m** na pręcie **6**:

$u_{fin} = (u_{fin,z}^2 + u_{fin,y}^2)^{0,5}$ = (-) 1,6 mm < $u_{fin,lim}$ = 1,5·900 / 150 = 9,0 mm (17,8%)

Słup 175x180 mm

→ A = 315,0 cm², W_y = 945,0 cm³, W_z = 918,8 cm³, J_y = 8505,0 cm⁴, J_z = 8039,1 cm⁴, J_{tor} = 13913,0 cm⁴, m = 12,9 kg/m

Drewno lite iglaste **C22** wg PN-EN 338:2016-06

→ $f_{t,0,k}$ = 13 MPa, $f_{c,0,k}$ = 20 MPa, $f_{m,k}$ = 22 MPa, $f_{v,k}$ = 3,8 MPa, $E_{0,mean}$ = 10 GPa, ρ_k = 340 kg/m³, ρ_{mean} = 410 kg/m³

SGN - Zginanie z rozciąganiem osiowym:

Decyduje kombinacja: **K263:** 1,0·stałe+(1,5·wiatr na ścianę szczytową, strefa FG+1,5·ciśnienie wewnętrzne) → γ_M = 1,3; k_{mod} = 0,90

Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju **x = 1,42 m** na pręcie **11**:

$N_{t,d}$ = 7,74 kN, $\sigma_{t,0,d}$ = 0,25 MPa

$M_{y,d}$ = -3,54 kNm, $\sigma_{m,y,d}$ = 3,74 MPa

Warunek nośności:

$f_{m,y,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M$ = 15,23 MPa

$f_{t,0,d} = k_{mod} \cdot f_{t,0,k} / \gamma_M$ = 9,00 MPa

$\sigma_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d}$ = 0,027 + 0,246 = 0,273 < 1

SGN - Warunek stateczności - wyboczenie:

Decyduje kombinacja: **K146:** 0,85·1,35·stałe+(1,5·wiatr z prawej, strefa FH+1,5·ciśnienie wewnętrzne (ii))+1,5·0,5·śnieg równomierny → γ_M = 1,3; k_{mod} = 0,90

Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju **x = 1,42 m** na pręcie **11**:

$N_{c,d}$ = 7,35 kN, $\sigma_{c,0,d}$ = 0,23 MPa

$M_{y,d}$ = 3,19 kNm, $\sigma_{m,y,d}$ = 3,37 MPa

Warunek stateczności elementu:

l_{ey} = 3,70 m; $k_{c,y}$ = 0,520; l_{ez} = 2,41 m; $k_{c,z}$ = 0,807; k_m = 0,7

$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M$ = 13,85 MPa

$f_{m,y,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 15{,}23$ MPa

$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0{,}032 + 0{,}221 = 0{,}254 < 1$

$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0{,}021 + 0{,}155 = 0{,}176 < 1$

SGN - Warunek stateczności - zwichrzenie:

Decyduje kombinacja: **K263:** 1,0·stałe+(1,5·wiatr na ścianę szczytową, strefa FG+1,5·ciśnienie wewnętrzne) → $\gamma_M = 1{,}3$; $k_{mod} = 0{,}90$

Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju **x = 1,42 m** na pręcie **11**:

$N_{t,d} = 7{,}74$ kN, $\sigma_{t,0,d} = 0{,}25$ MPa

$M_{y,d} = -3{,}54$ kNm, $\sigma_{m,y,d} = 3{,}74$ MPa

Warunek stateczności elementu:

$l_{ef} = 2{,}50$ m; $k_{crit} = 1{,}000$

$f_{t,0,d} = k_{mod} \cdot f_{t,0,k} / \gamma_M = 9{,}00$ MPa

$f_{m,y,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 15{,}23$ MPa

$\sigma_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \sigma_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 0{,}027 + 0{,}246 = 0{,}273 < 1$

$\sigma_{t,0,d}/f_{t,0,d} + (\sigma_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}))^2 = 0{,}027 + 0{,}060 = 0{,}088 < 1$

SGN - Ścinanie:

Decyduje kombinacja: **K263:** 1,0·stałe+(1,5·wiatr na ścianę szczytową, strefa FG+1,5·ciśnienie wewnętrzne) → $\gamma_M = 1{,}3$; $k_{mod} = 0{,}90$

Siła poprzeczna i odpowiadające naprężenie dla przekroju **x = 0,00 m** na pręcie **12**:

$k_{cr} = 0{,}67$

$V_{z,d} = -3{,}57$ kN, $\tau_{z,d} = 0{,}25$ MPa

Warunek nośności:

$f_{v,d} = k_{mod} \cdot f_{v,k} / \gamma_M = 2{,}63$ MPa

$\tau_{z,d} = 0{,}25$ MPa $< f_{v,d} = 2{,}63$ MPa (9,6%)

Miecz 140x140 mm

→ $A = 196{,}0$ cm², $W_y = 457{,}3$ cm³, $W_z = 457{,}3$ cm³, $J_y = 3201{,}3$ cm⁴, $J_z = 3201{,}3$ cm⁴, $J_{tor} = 5403{,}9$ cm⁴, m = 8,0 kg/m

Drewno lite iglaste **C22** wg PN-EN 338:2016-06

→ $f_{t,0,k} = 13$ MPa, $f_{c,0,k} = 20$ MPa, $f_{m,k} = 22$ MPa, $f_{v,k} = 3{,}8$ MPa, $E_{0,mean} = 10$ GPa, $\rho_k = 340$ kg/m³, $\rho_{mean} = 410$ kg/m³

SGN - Zginanie z rozciąganiem osiowym:

Decyduje kombinacja: **K263:** 1,0·stałe+(1,5·wiatr na ścianę szczytową, strefa FG+1,5·ciśnienie wewnętrzne) → $\gamma_M = 1{,}3$; $k_{mod} = 0{,}90$

Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju **x = 0,00 m** na pręcie **15**:

$N_{t,d} = 16{,}29$ kN, $\sigma_{t,0,d} = 0{,}83$ MPa

$M_{y,d} = -0{,}01$ kNm, $\sigma_{m,y,d} = 0{,}03$ MPa

Warunek nośności:

$k_{h,y} = 1{,}014$; $f_{m,y,d} = k_{h,y} \cdot (k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M) = 15{,}44$ MPa

$k_h = 1{,}014$; $f_{t,0,d} = k_h \cdot (k_{mod} \cdot f_{t,0,k} / \gamma_M) = 9{,}13$ MPa

$\sigma_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0{,}091 + 0{,}002 = 0{,}093 < 1$

SGN - Warunek stateczności - wyboczenie:

Decyduje kombinacja: **K146:** 0,85·1,35·stałe+(1,5·wiatr z prawej, strefa

FH+1,5·ciśnienie wewnętrzne (ii))+1,5·0,5·śnieg równomierny → $\gamma_M = 1,3$; $k_{mod} = 0,90$

Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju **x = 0,70 m** na pręcie **15**:

$N_{c,d} = 14,64$ kN, $\sigma_{c,0,d} = 0,75$ MPa

$M_{y,d} = -0,01$ kNm, $\sigma_{m,y,d} = 0,03$ MPa

Warunek stateczności elementu:

$l_{ey} = 1,34$ m; $k_{c,y} = 0,926$; $l_{ez} = 1,34$ m; $k_{c,z} = 0,926$

$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 13,85$ MPa; $k_{h,y} = 1,014$

$f_{m,y,d} = k_{h,y} \cdot (k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M) = 15,44$ MPa

$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,058 + 0,002 = 0,060 < 1$

$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,058 + 0,001 = 0,060 < 1$

SGN - Warunek stateczności - zwichrzenie:

element o przekroju kwadratowym/okrągłym nie ulega zwichrzeniu

SGN - Ścinanie:

Decyduje kombinacja: **K1:** 1,35·stałe → $\gamma_M = 1,3$; $k_{mod} = 0,60$

Siła poprzeczna i odpowiadające naprężenie dla przekroju **x = 0,00 m** na pręcie **16**:

$k_{cr} = 0,67$

$V_{z,d} = -0,05$ kN, $\tau_{z,d} = 0,01$ MPa

Warunek nośności:

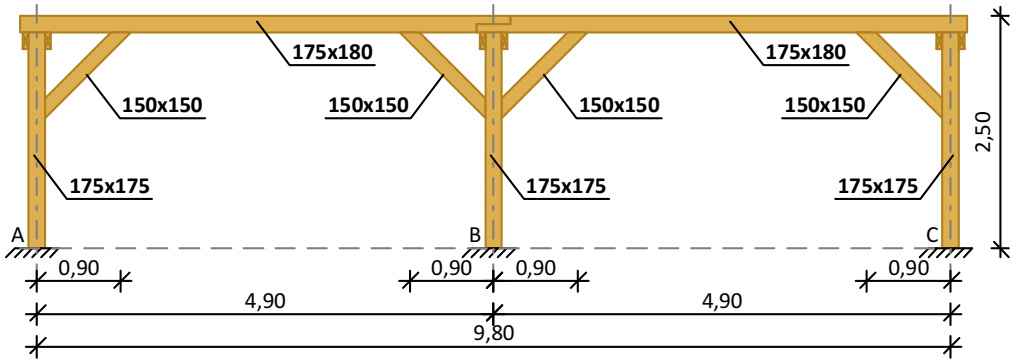
$f_{v,d} = k_{mod} \cdot f_{v,k} / \gamma_M = 1,75$ MPa

$\tau_{z,d} = 0,01$ MPa $< f_{v,d} = 1,75$ MPa (0,3%)

4.4. PŁATEW POŚREDNIA

DANE:

Szkic



Dane materiałowe:

Drewno lite iglaste **C22** wg PN-EN 338:2016-06

Płatew 175x180 mm

Słup 175x175 mm

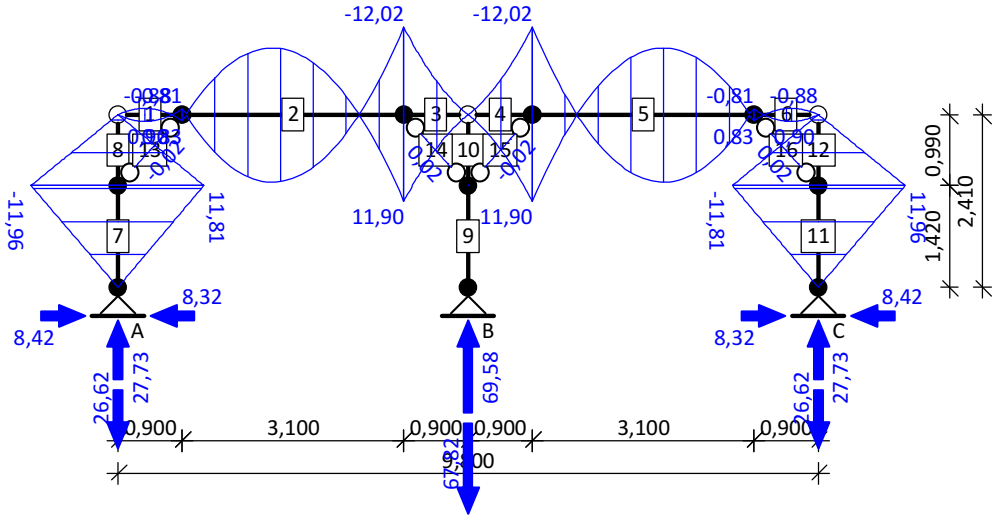
Miecz 150x150 mm

Obciążenia:
Przypadki obciążenia stałego i odpowiadające wartości obciążeń:
- stałe g_z = 1,636 kN/m; g_y = 0,000 kN/m
Uwzględniono ciężar własny elementu
Przypadki obciążenia śniegiem i odpowiadające wartości obciążeń:
- śnieg równomierny s_z = 0,848 kN/m; s_y = 0,000 kN/m
- śnieg max. z lewej s_z = 0,848 kN/m; s_y = 0,000 kN/m
- śnieg max. z prawej s_z = 0,424 kN/m; s_y = 0,000 kN/m
Przypadki obciążenia wiatrem i odpowiadające wartości obciążeń:
- wiatr z prawej, strefa FH w_z = 4,613 kN/m; w_y = 0,000 kN/m
- wiatr z prawej, strefa GH w_z = 4,613 kN/m; w_y = 0,000 kN/m
- wiatr z lewej, strefa IJ w_z = -1,868 kN/m; w_y = 0,000 kN/m
- wiatr na ścianę szczytową, strefa FG w_z = -8,161 kN/m; w_y = 0,000 kN/m
- wiatr ściana szczytowa, strefa H w_z = -5,824 kN/m; w_y = 0,000 kN/m
- wiatr ściana szczytowa, strefa I w_z = -3,362 kN/m; w_y = 0,000 kN/m
- ciśnienie wewnętrzne w_z = -1,342 kN/m; w_y = 0,000 kN/m
- ciśnienie wewnętrzne (ii) w_z = 2,013 kN/m; w_y = 0,000 kN/m
Obciążenie użytkowe powierzchni dachu q_z = 0,000 kN/m
Obciążenie zmienne (użytkowe stropu; ψ_0 = 1,00; ψ_1 = 1,00; ψ_2 = 1,00; średniotrwałe)
q_z = 0,000 kN/m

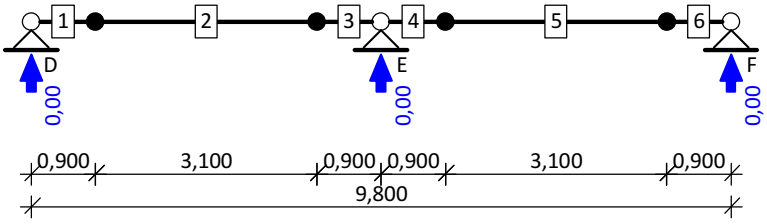
Założenia obliczeniowe:
Załącznik krajowy: PN-EN (Polska)
Klasa niezawodności konstrukcji - RC2
Klasa użytkowania konstrukcji - 2

WYNIKI:
Obwiednia momentów zginających [kNm]:

Kierunek pionowy:



Kierunek poziomy:



Reakcje podporowe dla poszczególnych przypadków:

podpora	R_V [kN]	R_H [kN]	R_Z [kN]
stałe			
A	4,23	1,19	--
B	10,20	0,00	--
C	4,23	-1,19	--
D	--	--	0,00
E	--	--	0,00
F	--	--	0,00
śnieg równomierny			
A	1,84	0,57	--
B	4,64	0,00	--
C	1,84	-0,57	--
D	--	--	0,00
E	--	--	0,00
F	--	--	0,00
śnieg max. z lewej			
A	1,84	0,57	--
B	4,64	0,00	--
C	1,84	-0,57	--
D	--	--	0,00
E	--	--	0,00
F	--	--	0,00
śnieg max. z prawej			
A	0,92	0,28	--

B	2,32	0,00	--
C	0,92	-0,28	--
D	--	--	0,00
E	--	--	0,00
F	--	--	0,00
wiatr z prawej, strefa FH			
A	9,98	3,08	--
B	25,24	0,00	--
C	9,98	-3,08	--
D	--	--	0,00
E	--	--	0,00
F	--	--	0,00
wiatr z prawej, strefa GH			
A	9,98	3,08	--
B	25,24	0,00	--
C	9,98	-3,08	--
D	--	--	0,00
E	--	--	0,00
F	--	--	0,00
wiatr z lewej, strefa IJ			
A	-4,04	-1,25	--
B	-10,23	0,00	--
C	-4,04	1,25	--
D	--	--	0,00
E	--	--	0,00
F	--	--	0,00
wiatr na ścianę szczytową, strefa FG			
A	-17,66	-5,44	--
B	-44,67	0,00	--
C	-17,66	5,44	--
D	--	--	0,00
E	--	--	0,00
F	--	--	0,00
wiatr ściana szczytowa, strefa H			
A	-12,60	-3,88	--
B	-31,87	0,00	--
C	-12,60	3,88	--
D	--	--	0,00
E	--	--	0,00
F	--	--	0,00
wiatr ściana szczytowa, strefa I			
A	-7,27	-2,24	--
B	-18,40	0,00	--
C	-7,27	2,24	--
D	--	--	0,00
E	--	--	0,00
F	--	--	0,00
ciśnienie wewnętrzne			
A	-2,90	-0,90	--
B	-7,35	0,00	--

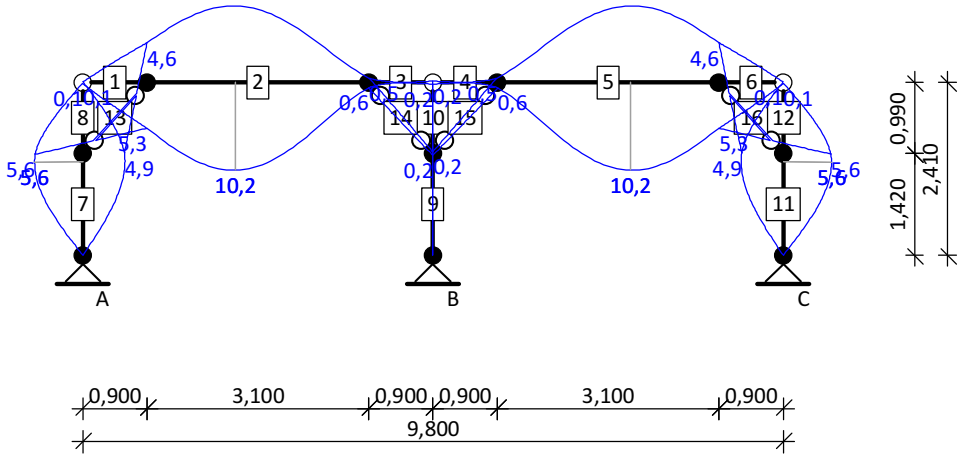
C	-2,90	0,90	--
D	--	--	0,00
E	--	--	0,00
F	--	--	0,00
ciśnienie wewnętrzne (ii)			
A	4,36	1,34	--
B	11,02	0,00	--
C	4,36	-1,34	--
D	--	--	0,00
E	--	--	0,00
F	--	--	0,00

Ekstremalne reakcje podporowe:

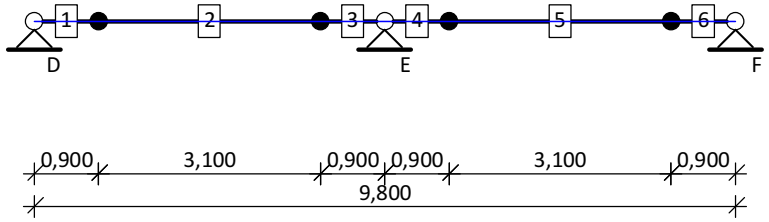
	R_V [kN]	R_H [kN]	R_Z [kN]	kombinacja
A	**27,73** **-26,62**	**8,42** **-8,32**	-- --	**K146:** 0,85·1,35·stałe+(1,5·wiatr z prawej, strefa FH+1,5·ciśnienie wewnętrzne (ii))+1,5·0,5·śnieg równomierny **K263:** 1,0·stałe+(1,5·wiatr na ścianę szczytową, strefa FG+1,5·ciśnienie wewnętrzne)
B	**69,58** **-67,82**	**0,00** **0,00**	-- --	**K146:** 0,85·1,35·stałe+(1,5·wiatr z prawej, strefa FH+1,5·ciśnienie wewnętrzne (ii))+1,5·0,5·śnieg równomierny **K263:** 1,0·stałe+(1,5·wiatr na ścianę szczytową, strefa FG+1,5·ciśnienie wewnętrzne)
C	**27,73** **-26,62**	**-8,42** **8,32**	-- --	**K146:** 0,85·1,35·stałe+(1,5·wiatr z prawej, strefa FH+1,5·ciśnienie wewnętrzne (ii))+1,5·0,5·śnieg równomierny **K263:** 1,0·stałe+(1,5·wiatr na ścianę szczytową, strefa FG+1,5·ciśnienie wewnętrzne)
D				
E				
F				

Obwiednia SGU charakterystyczna:
Wykres przemieszczeń chwilowych [mm]:

Kierunek pionowy:

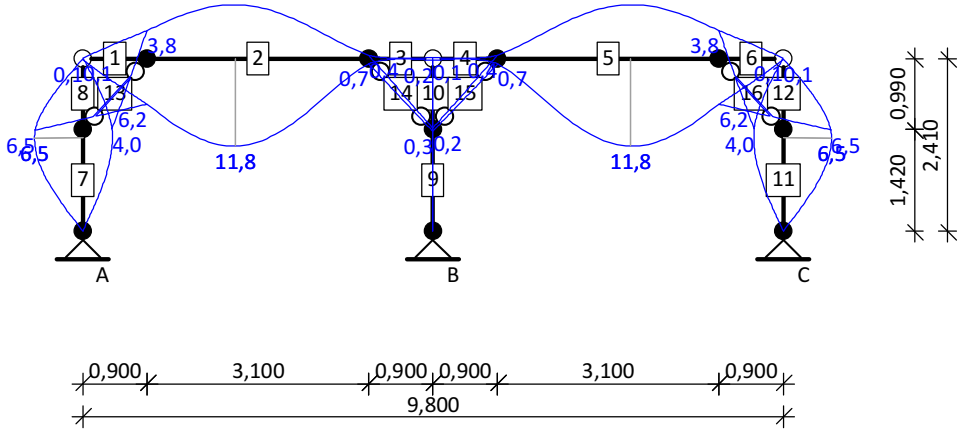


Kierunek poziomy:

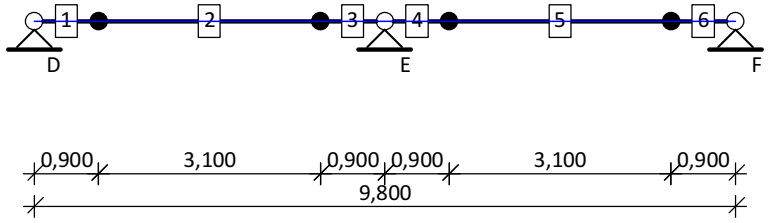


Obwiednia SGU quasi-stała + p.2.2.3(3) EN 1995-1-1:
Wykres przemieszczeń końcowych [mm]:

Kierunek pionowy:



Kierunek poziomy:



Płatew 175x180 mm

→ A = 315,0 cm², W_y = 945,0 cm³, W_z = 918,8 cm³, J_y = 8505,0 cm⁴, J_z = 8039,1 cm⁴, J_{tor} = 13913,0 cm⁴, m = 12,9 kg/m

Drewno lite iglaste **C22** wg PN-EN 338:2016-06

→ $f_{t,0,k}$ = 13 MPa, $f_{c,0,k}$ = 20 MPa, $f_{m,k}$ = 22 MPa, $f_{v,k}$ = 3,8 MPa, $E_{0,mean}$ = 10 GPa, ρ_k = 340 kg/m³, ρ_{mean} = 410 kg/m³

SGN - Zginanie z rozciąganiem osiowym:

Decyduje kombinacja: **K146:** 0,85·1,35·stałe+(1,5·wiatr z prawej, strefa FH+1,5·ciśnienie wewnętrzne (ii))+1,5·0,5·śnieg równomierny → γ_M = 1,3; k_{mod} = 0,90

Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju **x = 0,00 m** na pręcie **3**:

$N_{t,d}$ = 29,97 kN, $\sigma_{t,0,d}$ = 0,95 MPa

$M_{y,d}$ = -12,02 kNm, $\sigma_{m,y,d}$ = 12,72 MPa

Warunek nośności:

$f_{m,y,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M$ = 15,23 MPa

$f_{t,0,d} = k_{mod} \cdot f_{t,0,k} / \gamma_M$ = 9,00 MPa

$\sigma_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d}$ = 0,106 + 0,835 = 0,941 < 1

SGN - Warunek stateczności - wyboczenie:

Decyduje kombinacja: **K263:** 1,0·stałe+(1,5·wiatr na ścianę szczytową, strefa FG+1,5·ciśnienie wewnętrzne) → γ_M = 1,3; k_{mod} = 0,90

Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju **x = 0,00 m** na pręcie **3**:

$N_{c,d}$ = 29,61 kN, $\sigma_{c,0,d}$ = 0,94 MPa

$M_{y,d}$ = 11,90 kNm, $\sigma_{m,y,d}$ = 12,59 MPa

Warunek stateczności elementu:

l_{ey} = 0,90 m; $k_{c,y}$ = 1,000; l_{ez} = 0,90 m; $k_{c,z}$ = 0,998; k_m = 0,7

$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M$ = 13,85 MPa

$f_{m,y,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M$ = 15,23 MPa

$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d}$ = 0,068 + 0,827 = 0,895 < 1

$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d}$ = 0,068 + 0,579 = 0,647 < 1

SGN - Warunek stateczności - zwichrzenie:

Decyduje kombinacja: **K146:** 0,85·1,35·stałe+(1,5·wiatr z prawej, strefa FH+1,5·ciśnienie wewnętrzne (ii))+1,5·0,5·śnieg równomierny → γ_M = 1,3; k_{mod} = 0,90

Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju **x = 0,00 m** na pręcie **3**:

$N_{t,d}$ = 29,97 kN, $\sigma_{t,0,d}$ = 0,95 MPa

$M_{y,d}$ = -12,02 kNm, $\sigma_{m,y,d}$ = 12,72 MPa

Warunek stateczności elementu:

l_{ef} = 0,90 m; k_{crit} = 1,000

$f_{t,0,d} = k_{mod} \cdot f_{t,0,k} / \gamma_M$ = 9,00 MPa

$f_{m,y,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M$ = 15,23 MPa

$\sigma_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \sigma_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d})$ = 0,106 + 0,835 = 0,941 < 1

$\sigma_{t,0,d}/f_{t,0,d} + (\sigma_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}))^2$ = 0,106 + 0,697 = 0,803 < 1

SGN - Ścinanie:

Decyduje kombinacja: **K146:** 0,85·1,35·stałe+(1,5·wiatr z prawej, strefa FH+1,5·ciśnienie wewnętrzne (ii))+1,5·0,5·śnieg równomierny → γ_M = 1,3; k_{mod} = 0,90

Siły poprzeczne i odpowiadające naprężenia dla przekroju **x = 0,00 m** na pręcie **5**:

k_{cr} = 0,67
$V_{z,d}$ = -23,14 kN, $\tau_{z,d}$ = 1,64 MPa
$V_{y,d}$ = 0,00 kN, $\tau_{y,d}$ = 0,00 MPa

Warunek nośności:

$f_{v,d} = k_{mod} \cdot f_{v,k} / \gamma_M$ = 2,63 MPa
$\tau_{z,d}$ = 1,64 MPa < $f_{v,d}$ = 2,63 MPa (62,5%)

SGU - Ugięcie chwilowe:

Decyduje kombinacja: **K322:** stałe+(wiatr z prawej, strefa FH+ciśnienie wewnętrzne (ii))+0,5·śnieg równomierny

Wartości dla przekroju **x = 0,90 m** na pręcie **1**:

$u_{inst} = (u_{inst,z}^2 + u_{inst,y}^2)^{0,5}$ = (-) 5,3 mm < $u_{inst,lim}$ = 900 / 150 = 6,0 mm (88,5%)

SGU - Ugięcie końcowe:

Decyduje kombinacja: **K410:** 1,8·stałe+(1,0·wiatr z prawej, strefa FH+1,0·ciśnienie wewnętrzne (ii))+0,5·śnieg równomierny

Wartości dla przekroju **x = 0,90 m** na pręcie **1**:

$u_{fin} = (u_{fin,z}^2 + u_{fin,y}^2)^{0,5}$ = (-) 6,2 mm < $u_{fin,lim}$ = 1,5·900 / 150 = 9,0 mm (68,5%)

Słup 175x175 mm

→ A = 306,3 cm², W_y = 893,2 cm³, W_z = 893,2 cm³, J_y = 7815,8 cm⁴, J_z = 7815,8 cm⁴, J_{tor} = 13193,0 cm⁴, m = 12,6 kg/m

Drewno lite iglaste **C22** wg PN-EN 338:2016-06

→ $f_{t,0,k}$ = 13 MPa, $f_{c,0,k}$ = 20 MPa, $f_{m,k}$ = 22 MPa, $f_{v,k}$ = 3,8 MPa, $E_{0,mean}$ = 10 GPa, ρ_k = 340 kg/m³, ρ_{mean} = 410 kg/m³

SGN - Zginanie z rozciąganiem osiowym:

Decyduje kombinacja: **K263:** 1,0·stałe+(1,5·wiatr na ścianę szczytową, strefa FG+1,5·ciśnienie wewnętrzne) → γ_M = 1,3; k_{mod} = 0,90

Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju **x = 1,42 m** na pręcie **11**:

$N_{t,d}$ = 26,79 kN, $\sigma_{t,0,d}$ = 0,87 MPa
$M_{y,d}$ = -11,81 kNm, $\sigma_{m,y,d}$ = 13,22 MPa

Warunek nośności:

$f_{m,y,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M$ = 15,23 MPa
$f_{t,0,d} = k_{mod} \cdot f_{t,0,k} / \gamma_M$ = 9,00 MPa
$\sigma_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d}$ = 0,097 + 0,868 = 0,965 < 1

SGN - Warunek stateczności - wyboczenie:

Decyduje kombinacja: **K146:** 0,85·1,35·stałe+(1,5·wiatr z prawej, strefa FH+1,5·ciśnienie wewnętrzne (ii))+1,5·0,5·śnieg równomierny → γ_M = 1,3; k_{mod} = 0,90

Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju **x = 1,42 m** na pręcie **7**:

$N_{c,d}$ = 27,53 kN, $\sigma_{c,0,d}$ = 0,90 MPa
$M_{y,d}$ = -11,96 kNm, $\sigma_{m,y,d}$ = 13,39 MPa

Warunek stateczności elementu:

l_{ey} = 3,70 m; $k_{c,y}$ = 0,498; l_{ez} = 2,41 m; $k_{c,z}$ = 0,807
$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M$ = 13,85 MPa
$f_{m,y,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M$ = 15,23 MPa

$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y}\cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,130 + 0,879 = 1,009 > 1$

$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z}\cdot f_{c,0,d}) + k_m\cdot\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,080 + 0,615 = 0,696 < 1$

SGN - Warunek stateczności - zwichrzenie:

element o przekroju kwadratowym/okrągłym nie ulega zwichrzeniu

SGN - Ścinanie:

Decyduje kombinacja: **K146:** 0,85·1,35·stałe+(1,5·wiatr z prawej, strefa FH+1,5·ciśnienie wewnętrzne (ii))+1,5·0,5·śnieg równomierny → $\gamma_M = 1,3$; $k_{mod} = 0,90$

Siła poprzeczna i odpowiadające naprężenie dla przekroju **x = 0,00 m** na pręcie **8**:

$k_{cr} = 0,67$

$V_{z,d} = -12,08$ kN, $\tau_{z,d} = 0,88$ MPa

Warunek nośności:

$f_{v,d} = k_{mod}\cdot f_{v,k} / \gamma_M = 2,63$ MPa

$\tau_{z,d} = 0,88$ MPa $< f_{v,d} = 2,63$ MPa (33,6%)

Miecz 150x150 mm

→ A = 225,0 cm², $W_y = 562,5$ cm³, $W_z = 562,5$ cm³, $J_y = 4218,7$ cm⁴, $J_z = 4218,7$ cm⁴, $J_{tor} = 7121,2$ cm⁴, m = 9,2 kg/m

Drewno lite iglaste **C22** wg PN-EN 338:2016-06

→ $f_{t,0,k} = 13$ MPa, $f_{c,0,k} = 20$ MPa, $f_{m,k} = 22$ MPa, $f_{v,k} = 3,8$ MPa, $E_{0,mean} = 10$ GPa, $\rho_k = 340$ kg/m³, $\rho_{mean} = 410$ kg/m³

SGN - Zginanie z rozciąganiem osiowym:

Decyduje kombinacja: **K263:** 1,0·stałe+(1,5·wiatr na ścianę szczytową, strefa FG+1,5·ciśnienie wewnętrzne) → $\gamma_M = 1,3$; $k_{mod} = 0,90$

Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju **x = 0,00 m** na pręcie **15**:

$N_{t,d} = 56,43$ kN, $\sigma_{t,0,d} = 2,51$ MPa

$M_{y,d} = -0,01$ kNm, $\sigma_{m,y,d} = 0,02$ MPa

Warunek nośności:

$f_{m,y,d} = k_{mod}\cdot f_{m,k} / \gamma_M = 15,23$ MPa

$f_{t,0,d} = k_{mod}\cdot f_{t,0,k} / \gamma_M = 9,00$ MPa

$\sigma_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,279 + 0,002 = 0,280 < 1$

SGN - Warunek stateczności - wyboczenie:

Decyduje kombinacja: **K146:** 0,85·1,35·stałe+(1,5·wiatr z prawej, strefa FH+1,5·ciśnienie wewnętrzne (ii))+1,5·0,5·śnieg równomierny → $\gamma_M = 1,3$; $k_{mod} = 0,90$

Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju **x = 0,70 m** na pręcie **14**:

$N_{c,d} = 57,08$ kN, $\sigma_{c,0,d} = 2,54$ MPa

$M_{y,d} = 0,02$ kNm, $\sigma_{m,y,d} = 0,03$ MPa

Warunek stateczności elementu:

$l_{ey} = 1,34$ m; $k_{c,y} = 0,939$; $l_{ez} = 1,34$ m; $k_{c,z} = 0,939$; $k_m = 0,7$

$f_{c,0,d} = k_{mod}\cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 13,85$ MPa

$f_{m,y,d} = k_{mod}\cdot f_{m,k} / \gamma_M = 15,23$ MPa

$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y}\cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,195 + 0,002 = 0,197 < 1$

$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z}\cdot f_{c,0,d}) + k_m\cdot\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,195 + 0,001 = 0,196 < 1$

SGN - Warunek stateczności - zwichrzenie:

element o przekroju kwadratowym/okrągłym nie ulega zwichrzeniu

SGN - Ścinanie:

Decyduje kombinacja: **K1:** 1,35·stałe → γ_M = 1,3; k_{mod} = 0,60

Siła poprzeczna i odpowiadające naprężenie dla przekroju **x = 0,00 m** na pręcie **16**:

k_{cr} = 0,67

$V_{z,d}$ = -0,05 kN, $\tau_{z,d}$ = 0,01 MPa

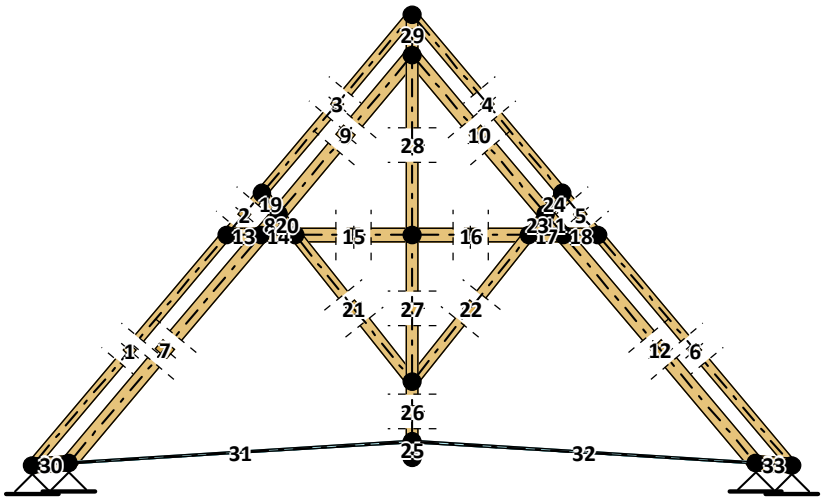
Warunek nośności:

$f_{v,d} = k_{mod} \cdot f_{v,k} / \gamma_M$ = 1,75 MPa

$\tau_{z,d}$ = 0,01 MPa < $f_{v,d}$ = 1,75 MPa (0,3%)

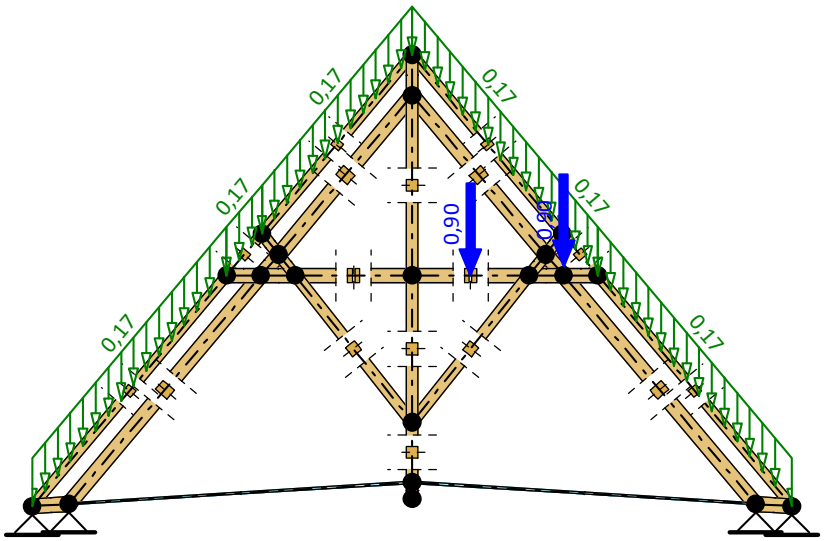
4.5. WIESZAR

SCHEMAT RAMY

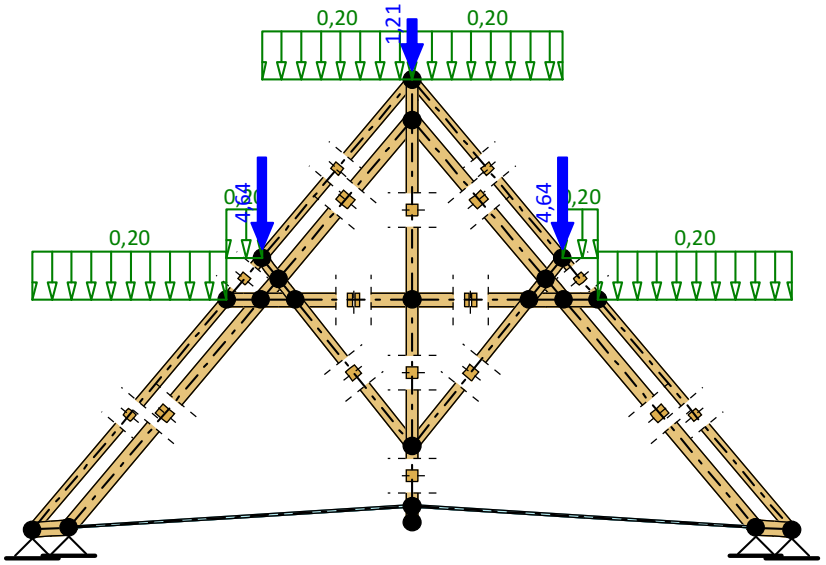


OBCIĄŻENIA: (wartości charakterystyczne)

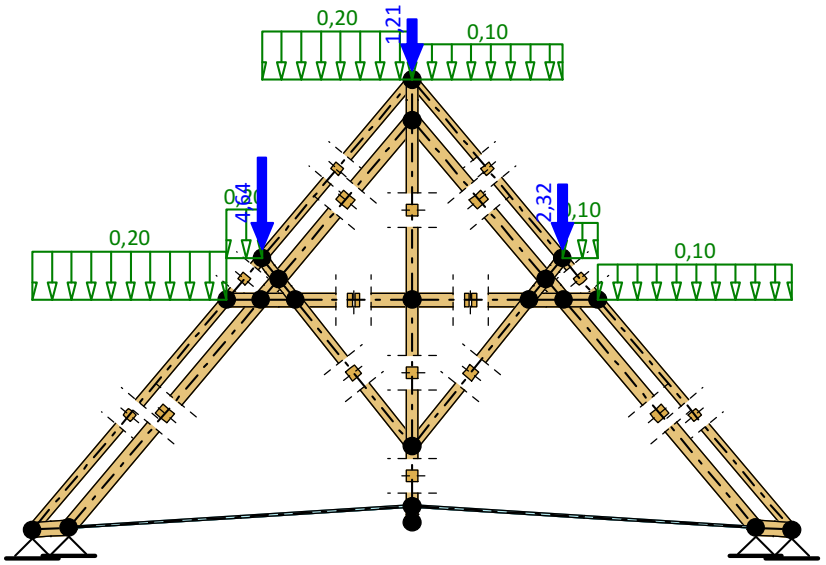
Przypadek **G1**: Stałe (stałe (ogólnie))



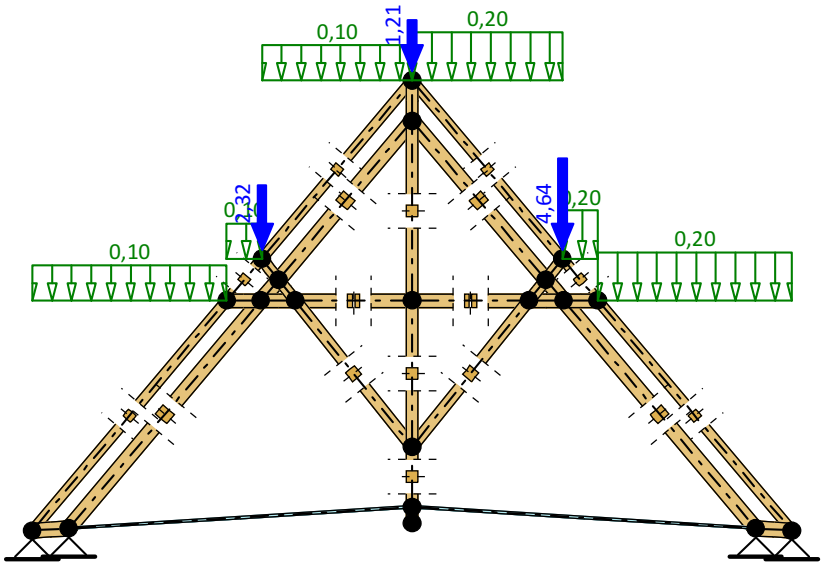
Przypadek **Q1**: Śnieg równomiery (zmienne (śnieg (H≤1000 m n.p.m.), ψ_0 = 0,50, ψ_1 = 0,20, ψ_2 = 0,00))



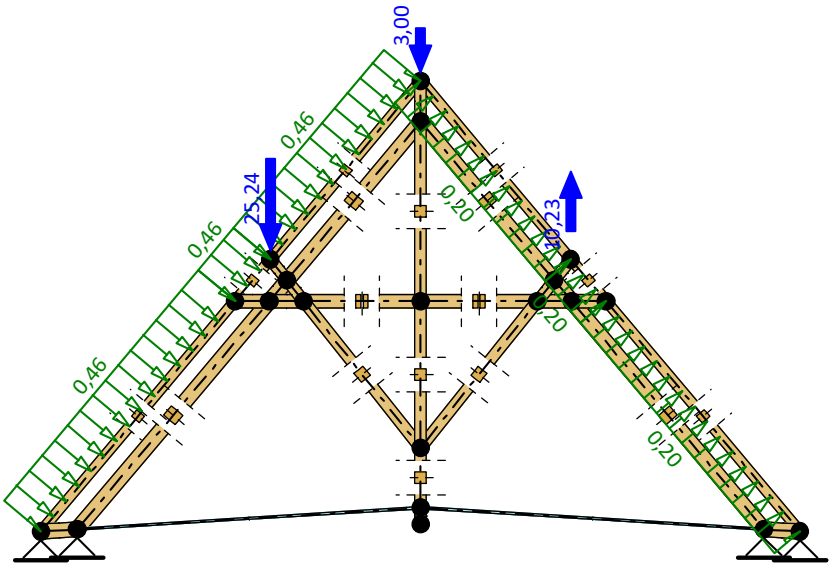
Przypadek **Q2**: Maksymalny snieg z lewej (zmienne (śnieg (H≤1000 m n.p.m.), ψ_0 = 0,50, ψ_1 = 0,20, ψ_2 = 0,00))



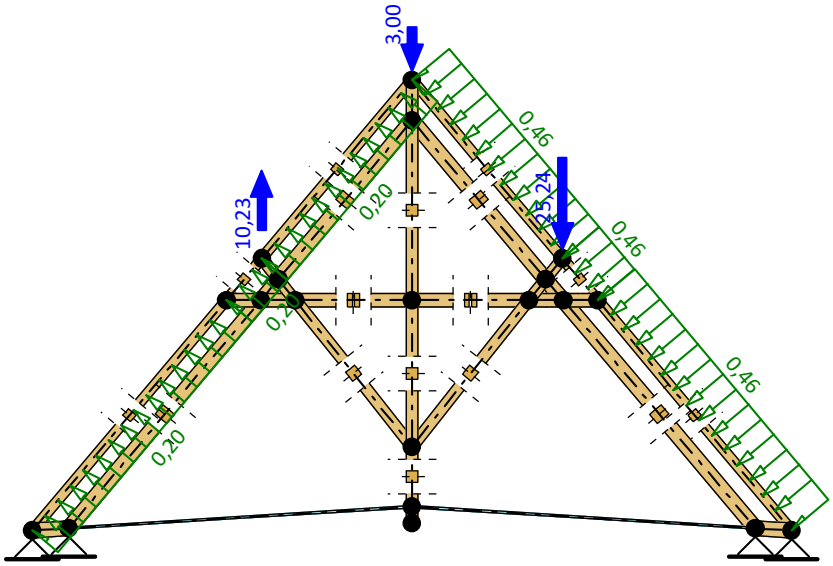
Przypadek **Q3**: Maksymalny snieg z prawej (zmienne (śnieg (H≤1000 m n.p.m.), ψ_0 = 0,50, ψ_1 = 0,20, ψ_2 = 0,00))



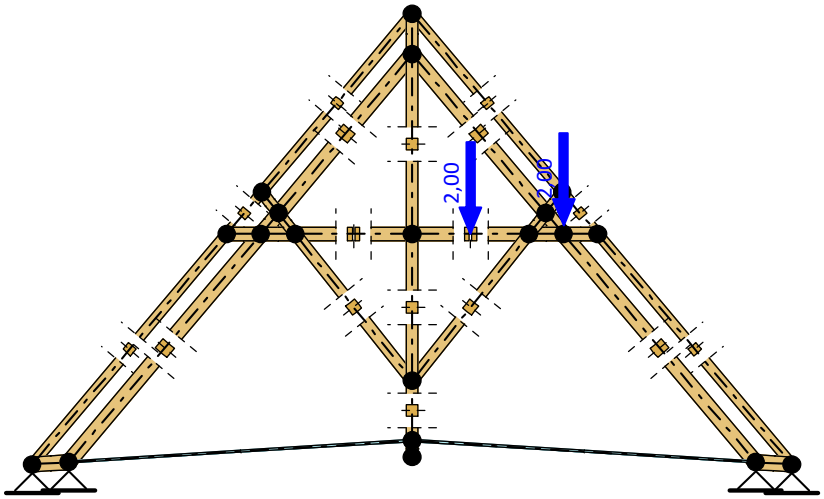
Przypadek **Q4**: wiatr z lewej (zmienne (wiatr, ψ_0 = 0,60, ψ_1 = 0,20, ψ_2 = 0,00))



Przypadek **Q5**: wiatr z prawej (zmienne (wiatr, ψ_0 = 0,60, ψ_1 = 0,20, ψ_2 = 0,00))



Przypadek **Q6**: Użytkowe (zmienne (użytkowe dachu, ψ_0 = 0,00, ψ_1 = 0,00, ψ_2 = 0,00))

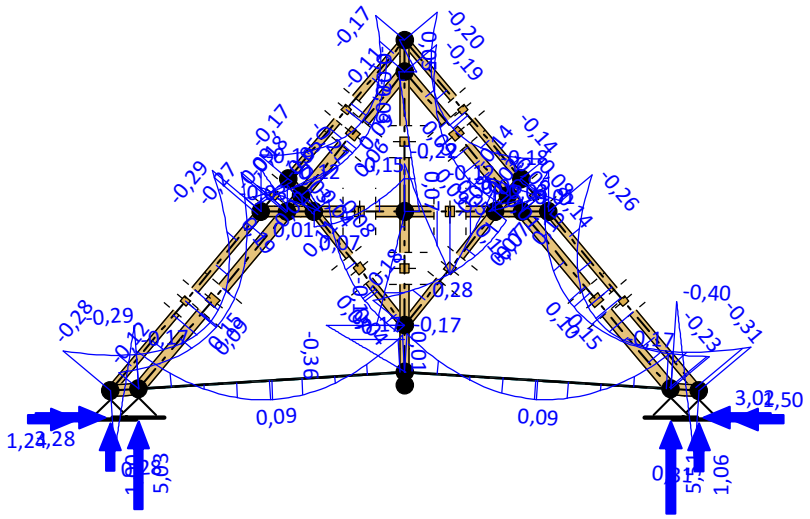


WYNIKI:

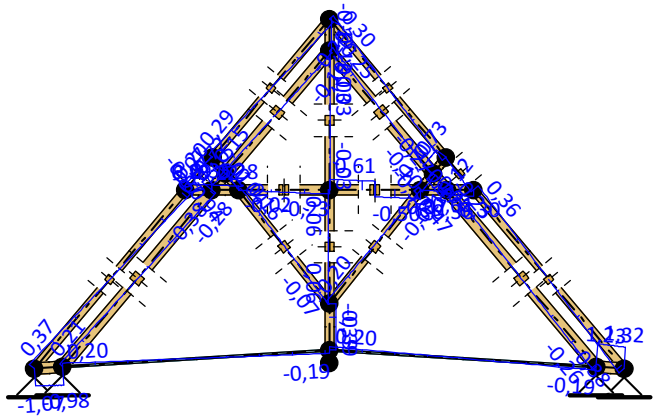
EFEKTY ODDZIAŁYWAŃ dla poszczególnych przypadków (wartości charakterystyczne)

Przypadek **G1**: Stałe

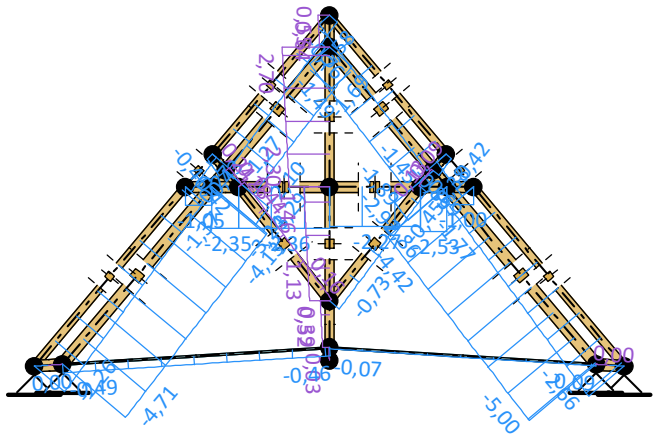
Wykres momentów zginających:



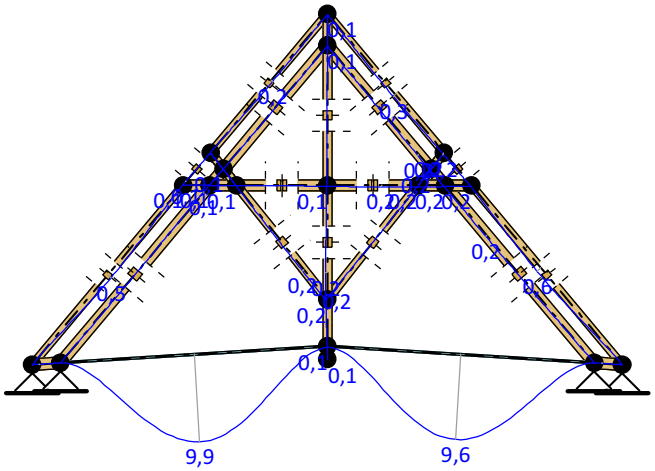
Wykres sił poprzecznych:



Wykres sił osiowych:

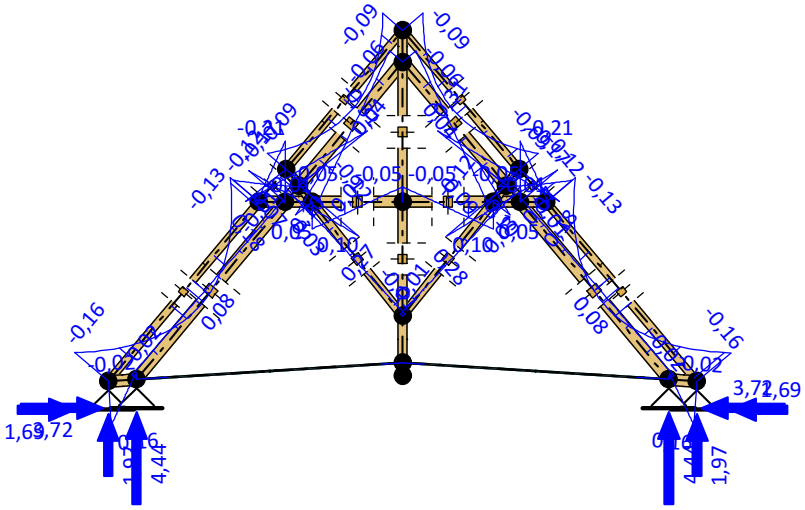


Wykres przemieszczeń :

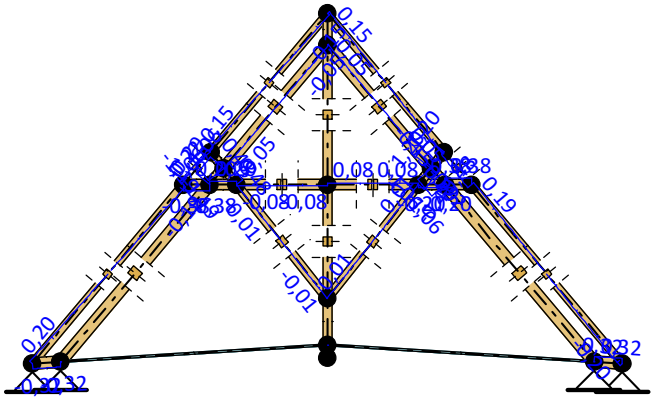


Przypadek **Q1**: Śnieg równomiery

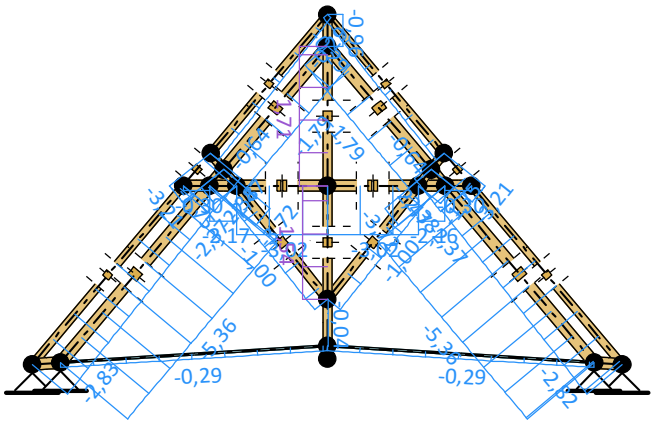
Wykres momentów zginających:



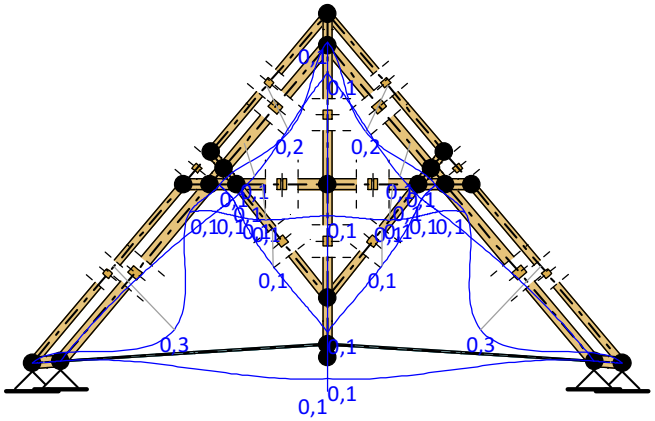
Wykres sił poprzecznych:



Wykres sił osiowych:

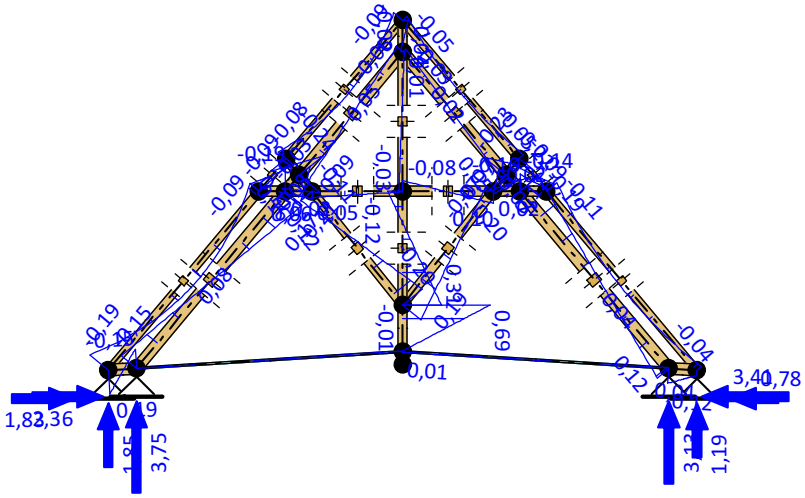


Wykres przemieszczeń :

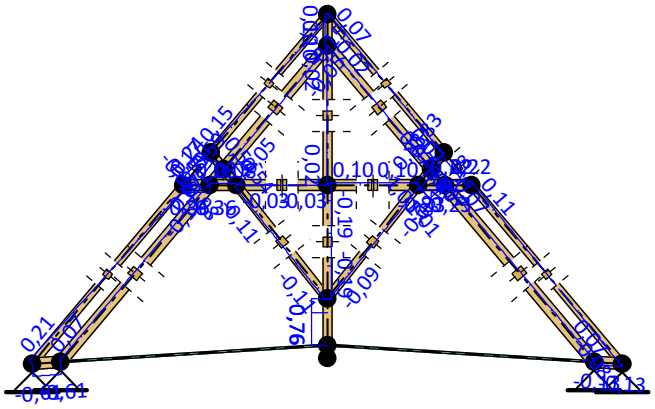


Przypadek **Q2**: Maksymalny snieg z lewej

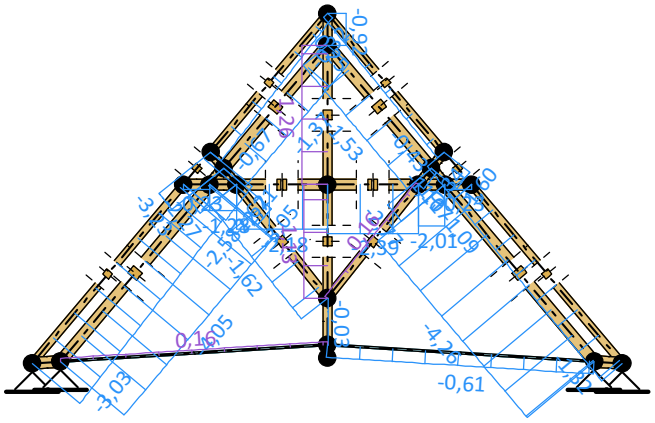
Wykres momentów zginających:



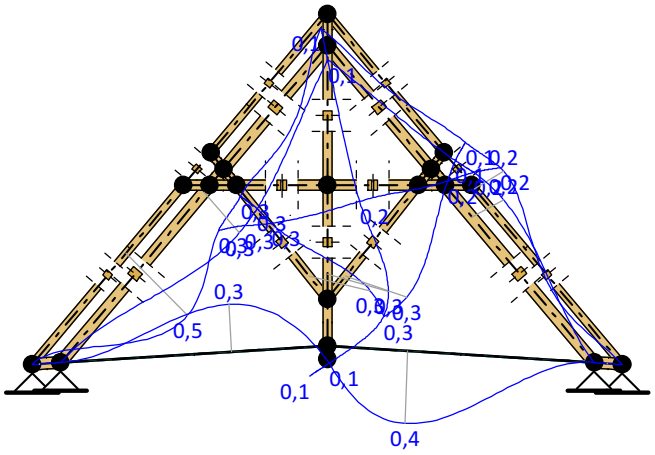
Wykres sił poprzecznych:



Wykres sił osiowych:

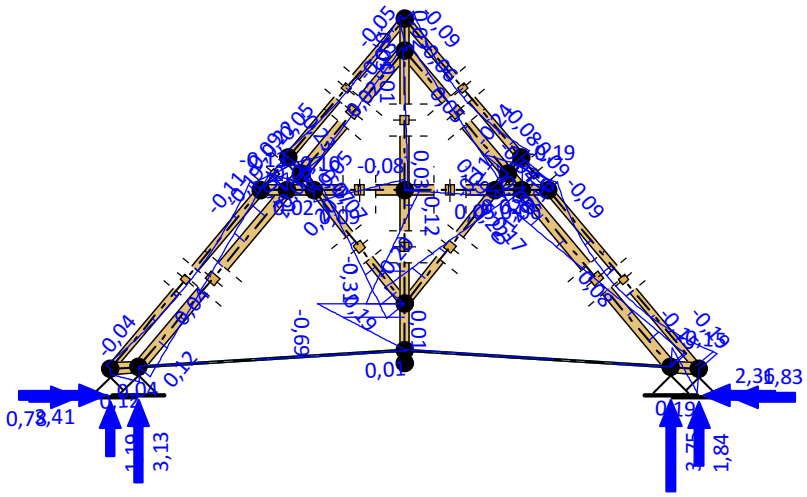


Wykres przemieszczeń :

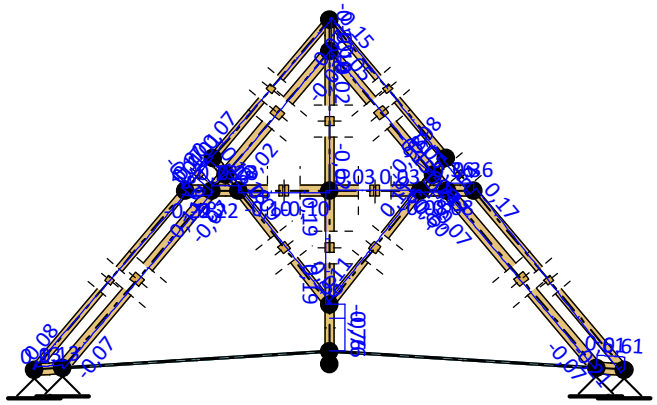


Przypadek **Q3**: Maksymalny snieg z prawej

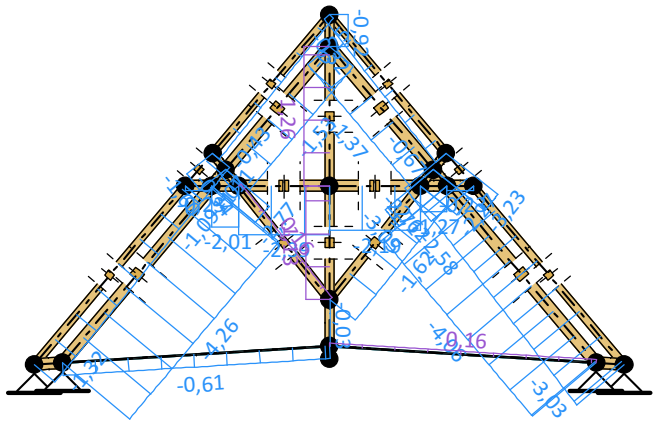
Wykres momentów zginających:



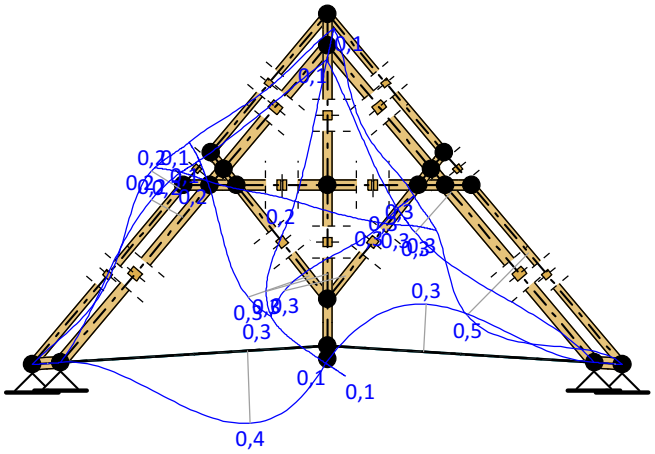
Wykres sił poprzecznych:



Wykres sił osiowych:

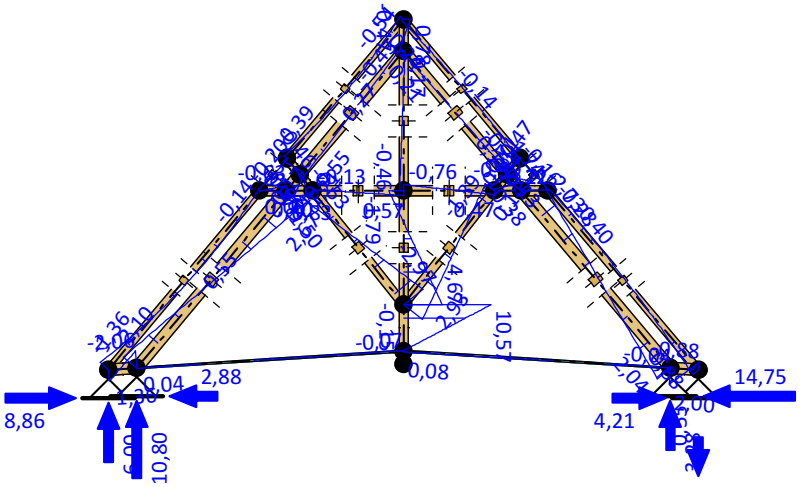


Wykres przemieszczeń :

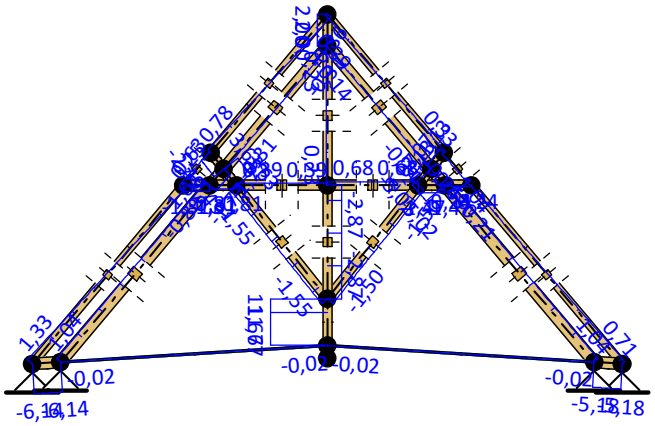


Przypadek **Q4**: wiatr z lewej

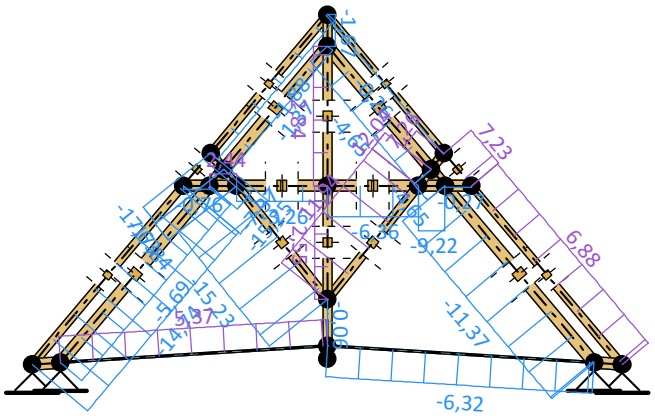
Wykres momentów zginających:



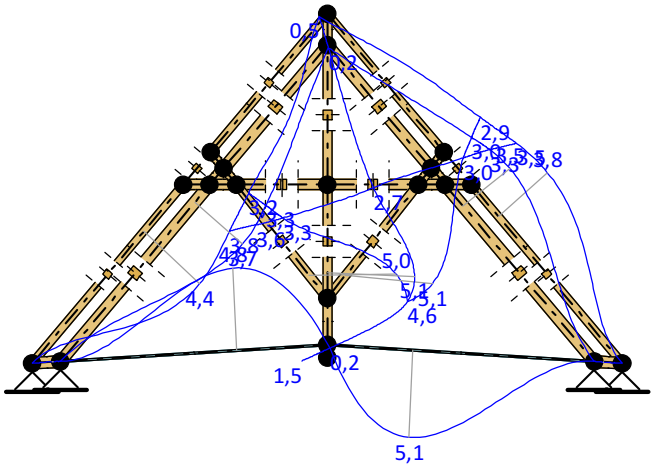
Wykres sił poprzecznych:



Wykres sił osiowych:

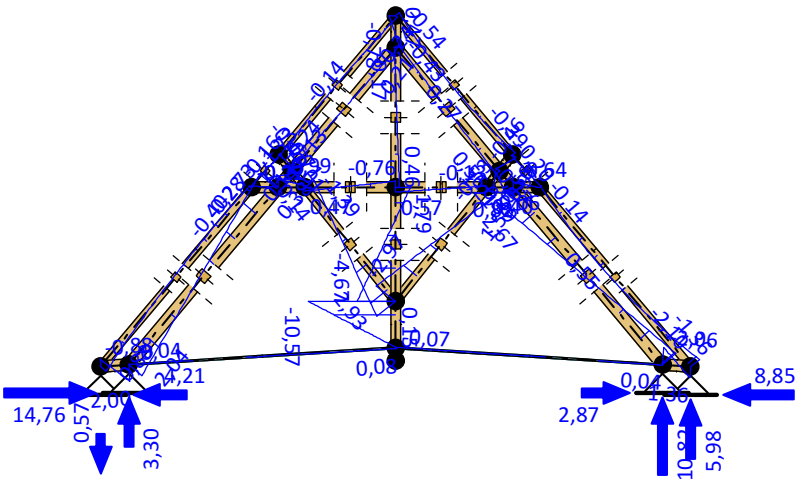


Wykres przemieszczeń :

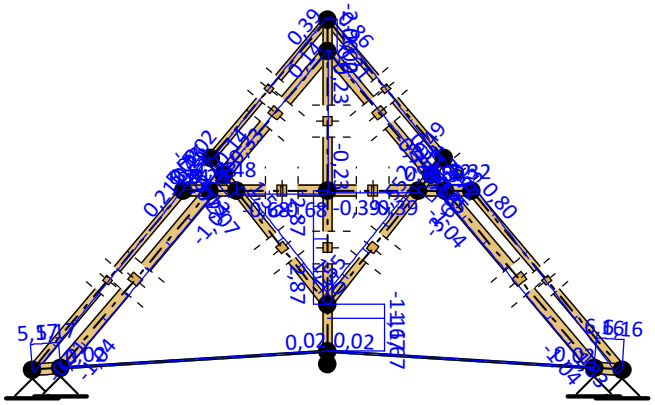


Przypadek **Q5**: wiatr z prawej

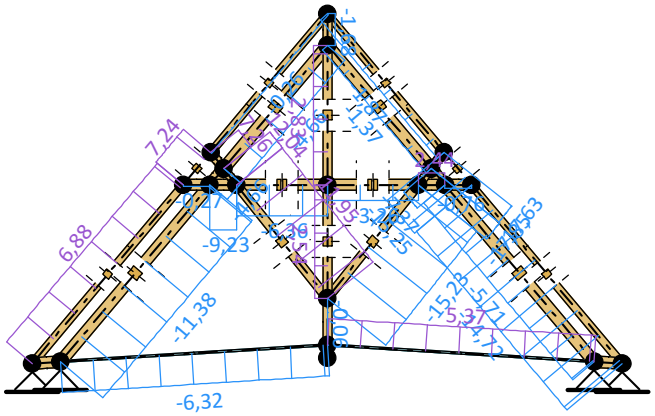
Wykres momentów zginających:



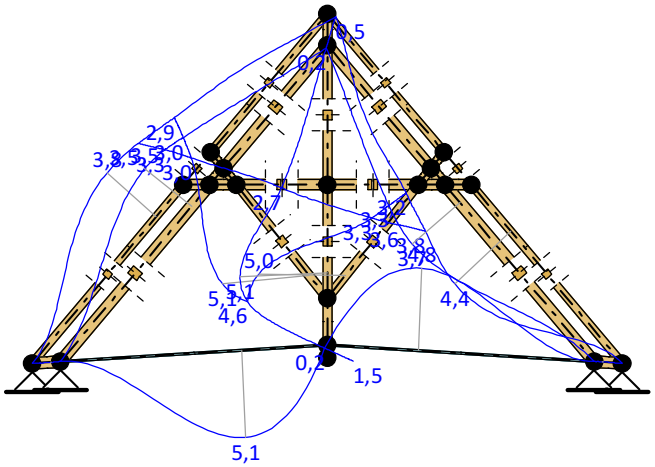
Wykres sił poprzecznych:



Wykres sił osiowych:

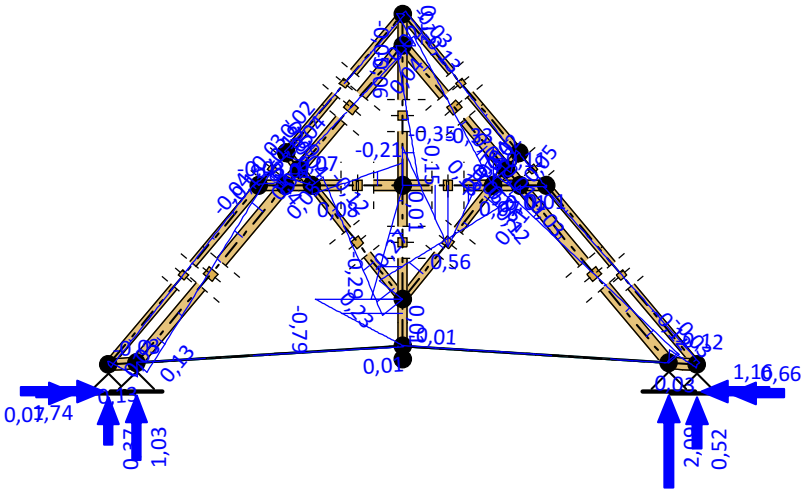


Wykres przemieszczeń :

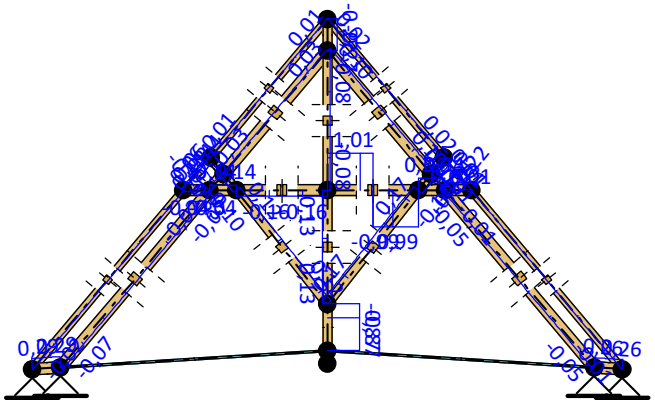


Przypadek **Q6**: Użytkowe

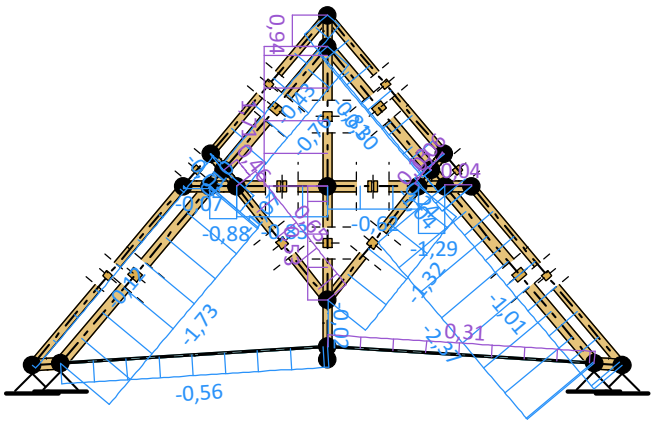
Wykres momentów zginających:



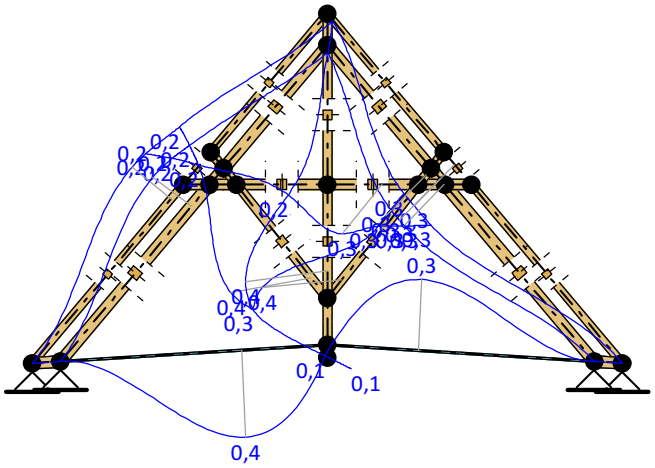
Wykres sił poprzecznych:



Wykres sił osiowych:

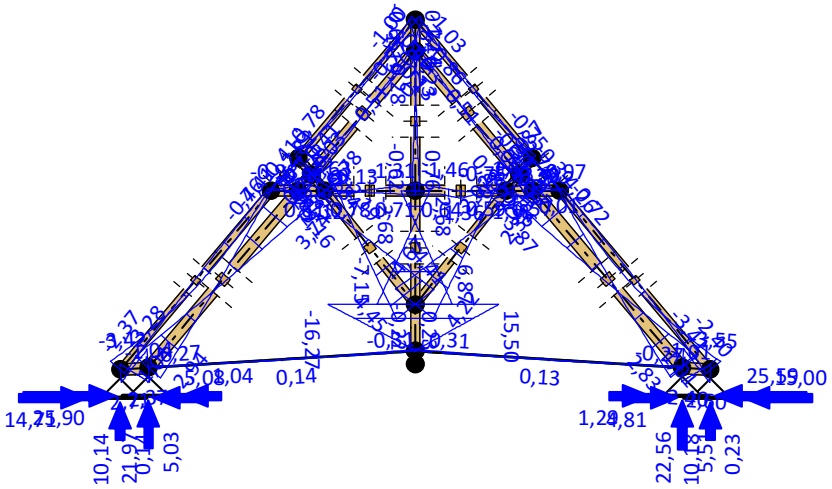


Wykres przemieszczeń :

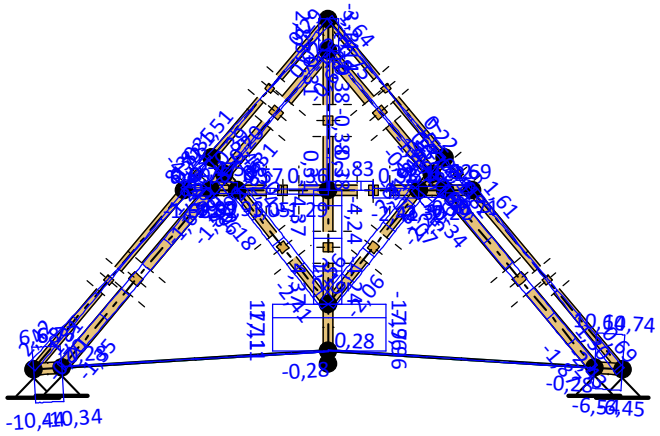


OBWIEDNIA EFEKTÓW ODDZIAŁYWAŃ dla kombinacji SGN podstawowa STR

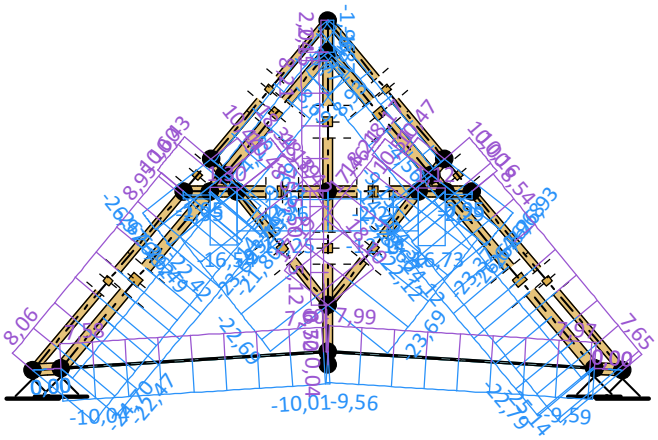
Obwiednia momentów zginających:



Obwiednia sił poprzecznych:

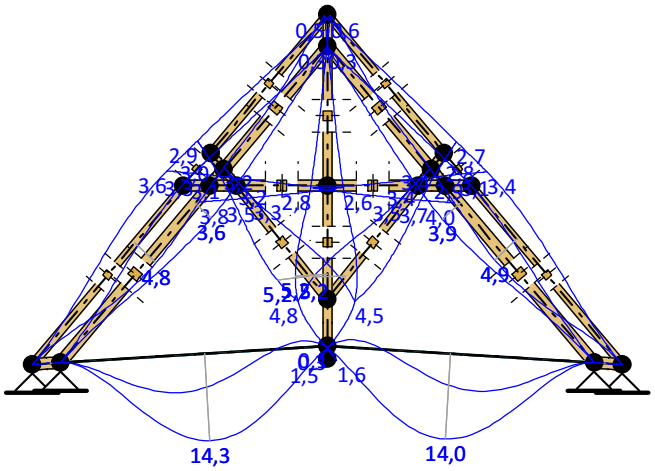


Obwiednia sił osiowych:



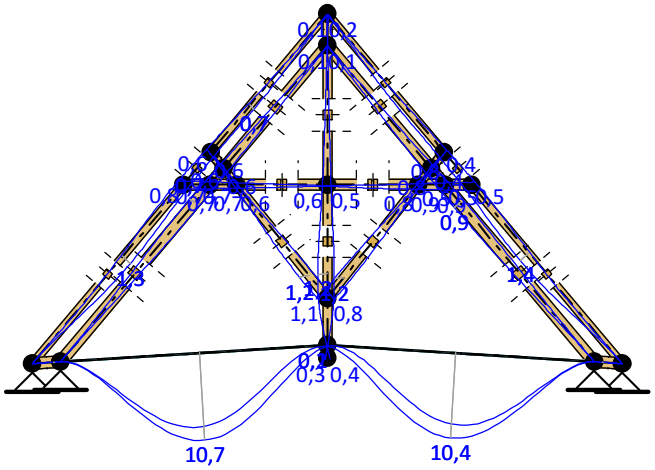
OBWIEDNIA EFEKTÓW ODDZIAŁYWAŃ dla kombinacji SGU charakterystyczna

Obwiednia przemieszczeń:



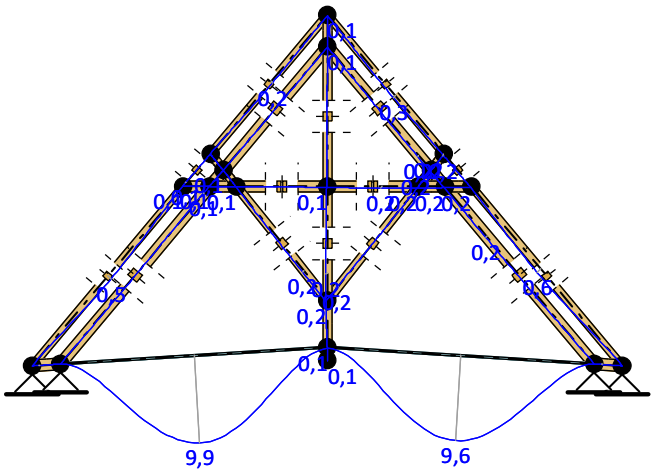
OBWIEDNIA EFEKTÓW ODDZIAŁYWAŃ dla kombinacji SGU częsta

Obwiednia przemieszczeń:



OBWIEDNIA EFEKTÓW ODDZIAŁYWAŃ dla kombinacji SGU quasi-stała

Obwiednia przemieszczeń:



ZAŁOŻENIA:

Załącznik krajowy: PN-EN (Polska)

Klasa użytkowania konstrukcji: 2

Uwzględniono wpływ rozwiązania konstrukcyjnego umożliwiającego redystrybucję obciążeń → k_{sys} = 1,10

Zmniejszono długość efektywną o 0,5·h, gdy obciążenie przyłożone jest do rozciąganej powierzchni

Przyjęto $\sigma_{t,0,d}$ = 0 przy sprawdzaniu warunku stateczności elementu ze względu na zwichrzenie (wg p.6.2.3 (2) normy EN 1995-1-1)

Nie uwzględniono wpływu możliwych pęknięć na nośność na ścinanie elementu zginanego

Dach w obiekcie starym, remontowanym

WYMIAROWANIE SGN/SGU WG PN-EN 1995-1-1

Przekrój 130x155

→ A = 201,5 cm², W_y = 520,5 cm³, W_z = 436,6 cm³, J_y = 4034,2 cm⁴, J_z = 2837,8 cm⁴, J_{tor} = 5598,3 cm⁴, m = 8,3 kg/m

Drewno lite iglaste **C22** wg PN-EN 338:2016-06

→ $f_{t,0,k}$ = 13 MPa, $f_{c,0,k}$ = 20 MPa, $f_{m,k}$ = 22 MPa, $f_{v,k}$ = 3,8 MPa, $E_{0,mean}$ = 10 GPa, ρ_k = 340 kg/m³, ρ_{mean} = 410 kg/m³

<u>SGN - Zginanie ze ściskaniem osiowym</u>:

Decyduje kombinacja: **K18**: 0,85·1,35·Stałe+1,5·wiatr z prawej → γ_M = 1,3; k_{mod} = 0,60

Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju **x = 4,622 m** na pręcie **6**:

$N_{c,d}$ = 25,14 kN, $\sigma_{c,0,d}$ = 1,25 MPa

$M_{y,d}$ = -2,40 kNm, $\sigma_{m,y,d}$ = 4,61 MPa

Warunek nośności:

k_{sys} = 1,1; k_{temp} = 1,0; $f_{m,y,d} = k_{temp} \cdot k_{sys} \cdot (k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M)$ = 11,17 MPa

$f_{c,0,d} = k_{temp} \cdot k_{sys} \cdot (k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M) = 10,15$ MPa

$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,015 + 0,413 = 0,428 < 1$

SGN - Warunek stateczności - wyboczenie:

Decyduje kombinacja: **K18**: 0,85·1,35·Stałe+1,5·wiatr z prawej → $\gamma_M = 1,3$; $k_{mod} = 0,60$

Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju **x = 4,622 m** na pręcie **6**:

$N_{c,d} = 25,14$ kN, $\sigma_{c,0,d} = 1,25$ MPa

$M_{y,d} = -2,40$ kNm, $\sigma_{m,y,d} = 4,61$ MPa

Warunek stateczności elementu:

$l_{ey} = 4,622$ m; $k_{c,y} = 0,275$; $l_{ez} = 4,622$ m; $k_{c,z} = 0,198$; $k_{sys} = 1,1$; $k_{temp} = 1,0$

$f_{c,0,d} = k_{temp} \cdot k_{sys} \cdot (k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M) = 10,15$ MPa

$f_{m,y,d} = k_{temp} \cdot k_{sys} \cdot (k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M) = 11,17$ MPa

$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,447 + 0,413 = 0,860 < 1$

$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,620 + 0,289 = 0,909 < 1$

SGN - Warunek stateczności - zwichrzenie:

Decyduje kombinacja: **K18**: 0,85·1,35·Stałe+1,5·wiatr z prawej → $\gamma_M = 1,3$; $k_{mod} = 0,60$

Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju **x = 4,622 m** na pręcie **6**:

$N_{c,d} = 25,14$ kN, $\sigma_{c,0,d} = 1,25$ MPa

$M_{y,d} = -2,40$ kNm, $\sigma_{m,y,d} = 4,61$ MPa

Warunek stateczności elementu:

$l_{ef} = 4,54$ m; $k_{crit} = 1,000$; $k_{sys} = 1,1$; $k_{temp} = 1,0$

$f_{c,0,d} = k_{temp} \cdot k_{sys} \cdot (k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M) = 10,15$ MPa

$f_{m,y,d} = k_{temp} \cdot k_{sys} \cdot (k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M) = 11,17$ MPa

$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 0,447 + 0,413 = 0,860 < 1$

$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + (\sigma_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}))^2 = 0,620 + 0,170 = 0,791 < 1$

SGN - Ścinanie:

Decyduje kombinacja: **K18**: 0,85·1,35·Stałe+1,5·wiatr z prawej → $\gamma_M = 1,3$; $k_{mod} = 0,60$

Siła poprzeczna i odpowiadające naprężenie dla przekroju **x = 4,622 m** na pręcie **6**:

$k_{cr} = 1,0$

$V_{z,d} = 2,43$ kN, $\tau_{z,d} = 0,18$ MPa

Warunek nośności:

$k_{sys} = 1,1$; $k_{temp} = 1,0$; $f_{v,d} = k_{temp} \cdot k_{sys} \cdot (k_{mod} \cdot f_{v,k} / \gamma_M) = 1,93$ MPa

$\tau_{z,d} = 0,18$ MPa $< f_{v,d} = 1,93$ MPa (9,4%)

Przekrój 175x175

→ A = 306,3 cm², $W_y = 893,2$ cm³, $W_z = 893,2$ cm³, $J_y = 7815,8$ cm⁴, $J_z = 7815,8$ cm⁴, $J_{tor} = 13193,0$ cm⁴, m = 12,6 kg/m

Drewno lite iglaste **C22** wg PN-EN 338:2016-06

→ $f_{t,0,k} = 13$ MPa, $f_{c,0,k} = 20$ MPa, $f_{m,k} = 22$ MPa, $f_{v,k} = 3,8$ MPa, $E_{0,mean} = 10$ GPa, $\rho_k = 340$ kg/m³, $\rho_{mean} = 410$ kg/m³

SGN - Zginanie z rozciąganiem osiowym:

Decyduje kombinacja: **K18**: 0,85·1,35·Stałe+1,5·wiatr z prawej → $\gamma_M = 1,3$; $k_{mod} = 0,60$

Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju **x = 2,876 m** na pręcie **21**:

$N_{t,d} = 18,10$ kN, $\sigma_{t,0,d} = 0,59$ MPa

$M_{y,d}$ = 4,45 kNm, $\sigma_{m,y,d}$ = 4,98 MPa

Warunek nośności:

k_{sys} = 1,1; k_{temp} = 1,0; $f_{m,y,d} = k_{temp} \cdot k_{sys} \cdot (k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M)$ = 11,17 MPa

$f_{t,0,d} = k_{temp} \cdot k_{sys} \cdot (k_{mod} \cdot f_{t,0,k} / \gamma_M)$ = 6,60 MPa

$\sigma_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d}$ = 0,090 + 0,446 = 0,536 < 1

SGN - Warunek stateczności - wyboczenie:

Decyduje kombinacja: **K18**: 0,85·1,35·Stałe+1,5·wiatr z prawej → γ_M = 1,3; k_{mod} = 0,60

Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju **x = 0,000 m** na pręcie **22**:

$N_{c,d}$ = 23,69 kN, $\sigma_{c,0,d}$ = 0,77 MPa

$M_{y,d}$ = -4,67 kNm, $\sigma_{m,y,d}$ = 5,23 MPa

Warunek stateczności elementu:

l_{ey} = 2,876 m; $k_{c,y}$ = 0,697; l_{ez} = 2,876 m; $k_{c,z}$ = 0,697; k_{sys} = 1,1; k_{temp} = 1,0

$f_{c,0,d} = k_{temp} \cdot k_{sys} \cdot (k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M)$ = 10,15 MPa

$f_{m,y,d} = k_{temp} \cdot k_{sys} \cdot (k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M)$ = 11,17 MPa

$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d}$ = 0,109 + 0,468 = 0,577 < 1

$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d}$ = 0,109 + 0,328 = 0,437 < 1

SGN - Warunek stateczności - zwichrzenie:

element o przekroju kwadratowym/okrągłym nie ulega zwichrzeniu

SGN - Ścinanie:

Decyduje kombinacja: **K18**: 0,85·1,35·Stałe+1,5·wiatr z prawej → γ_M = 1,3; k_{mod} = 0,60

Siła poprzeczna i odpowiadające naprężenie dla przekroju **x = 0,412 m** na pręcie **23**:

k_{cr} = 1,0

$V_{z,d}$ = 5,63 kN, $\tau_{z,d}$ = 0,28 MPa

Warunek nośności:

k_{sys} = 1,1; k_{temp} = 1,0; $f_{v,d} = k_{temp} \cdot k_{sys} \cdot (k_{mod} \cdot f_{v,k} / \gamma_M)$ = 1,93 MPa

$\tau_{z,d}$ = 0,28 MPa < $f_{v,d}$ = 1,93 MPa (14,3%)

Przekrój 180x230

→ A = 414,0 cm², W_y = 1587,0 cm³, W_z = 1242,0 cm³, J_y = 18250,5 cm⁴, J_z = 11178,0 cm⁴, J_{tor} = 23349,6 cm⁴, m = 17,0 kg/m

Drewno lite iglaste **C22** wg PN-EN 338:2016-06

→ $f_{t,0,k}$ = 13 MPa, $f_{c,0,k}$ = 20 MPa, $f_{m,k}$ = 22 MPa, $f_{v,k}$ = 3,8 MPa, $E_{0,mean}$ = 10 GPa, ρ_k = 340 kg/m³, ρ_{mean} = 410 kg/m³

SGN - Zginanie ze ściskaniem osiowym:

Decyduje kombinacja: **K18**: 0,85·1,35·Stałe+1,5·wiatr z prawej → γ_M = 1,3; k_{mod} = 0,60

Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju **x = 4,577 m** na pręcie **7**:

$N_{c,d}$ = 21,80 kN, $\sigma_{c,0,d}$ = 0,53 MPa

$M_{y,d}$ = -4,41 kNm, $\sigma_{m,y,d}$ = 2,78 MPa

Warunek nośności:

k_{sys} = 1,1; k_{temp} = 1,0; $f_{m,y,d} = k_{temp} \cdot k_{sys} \cdot (k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M)$ = 11,17 MPa

$f_{c,0,d} = k_{temp} \cdot k_{sys} \cdot (k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M)$ = 10,15 MPa

$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d}$ = 0,003 + 0,249 = 0,252 < 1

SGN - Warunek stateczności - wyboczenie:

Decyduje kombinacja: **K18**: 0,85·1,35·Stałe+1,5·wiatr z prawej → γ_M = 1,3; k_{mod} = 0,60

Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju **x = 4,577 m** na pręcie **7**:

$N_{c,d}$ = 21,80 kN, $\sigma_{c,0,d}$ = 0,53 MPa

$M_{y,d}$ = -4,41 kNm, $\sigma_{m,y,d}$ = 2,78 MPa

Warunek stateczności elementu:

l_{ey} = 4,577 m; $k_{c,y}$ = 0,546; l_{ez} = 4,577 m; $k_{c,z}$ = 0,366; k_{sys} = 1,1; k_{temp} = 1,0

$f_{c,0,d} = k_{temp} \cdot k_{sys} \cdot (k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M)$ = 10,15 MPa

$f_{m,y,d} = k_{temp} \cdot k_{sys} \cdot (k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M)$ = 11,17 MPa

$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d}$ = 0,095 + 0,249 = 0,344 < 1

$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d}$ = 0,142 + 0,174 = 0,316 < 1

SGN - Warunek stateczności - zwichrzenie:

Decyduje kombinacja: **K18**: 0,85·1,35·Stałe+1,5·wiatr z prawej → γ_M = 1,3; k_{mod} = 0,60

Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju **x = 4,577 m** na pręcie **7**:

$N_{c,d}$ = 21,80 kN, $\sigma_{c,0,d}$ = 0,53 MPa

$M_{y,d}$ = -4,41 kNm, $\sigma_{m,y,d}$ = 2,78 MPa

Warunek stateczności elementu:

l_{ef} = 4,46 m; k_{crit} = 1,000; k_{sys} = 1,1; k_{temp} = 1,0

$f_{c,0,d} = k_{temp} \cdot k_{sys} \cdot (k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M)$ = 10,15 MPa

$f_{m,y,d} = k_{temp} \cdot k_{sys} \cdot (k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M)$ = 11,17 MPa

$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d})$ = 0,095 + 0,249 = 0,344 < 1

$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + (\sigma_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}))^2$ = 0,142 + 0,062 = 0,204 < 1

SGN - Ścinanie:

Decyduje kombinacja: **K18**: 0,85·1,35·Stałe+1,5·wiatr z prawej → γ_M = 1,3; k_{mod} = 0,60

Siła poprzeczna i odpowiadające naprężenie dla przekroju **x = 0,000 m** na pręcie **33**:

k_{cr} = 1,0

$V_{z,d}$ = -10,74 kN, $\tau_{z,d}$ = 0,39 MPa

Warunek nośności:

k_{sys} = 1,1; k_{temp} = 1,0; $f_{v,d} = k_{temp} \cdot k_{sys} \cdot (k_{mod} \cdot f_{v,k} / \gamma_M)$ = 1,93 MPa

$\tau_{z,d}$ = 0,39 MPa < $f_{v,d}$ = 1,93 MPa (20,2%)

Przekrój 2x75x210

→ A = 315,0 cm², W_y = 1102,5 cm³, W_z = 393,7 cm³, J_y = 11576,2 cm⁴, J_z = 1476,6 cm⁴, J_{tor} = 4579,1 cm⁴, m = 12,0 kg/m

Drewno lite iglaste **C18** wg PN-EN 338:2016-06

→ $f_{t,0,k}$ = 10 MPa, $f_{c,0,k}$ = 18 MPa, $f_{m,k}$ = 18 MPa, $f_{v,k}$ = 3,4 MPa, $E_{0,mean}$ = 9 GPa, ρ_k = 320 kg/m³, ρ_{mean} = 380 kg/m³

SGN - Zginanie ze ściskaniem osiowym:

Decyduje kombinacja: **K18**: 0,85·1,35·Stałe+1,5·wiatr z prawej → γ_M = 1,3; k_{mod} = 0,60

Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju **x = 0,000 m** na pręcie **14**:

$N_{c,d}$ = 16,54 kN, $\sigma_{c,0,d}$ = 0,53 MPa

$M_{y,d}$ = -1,63 kNm, $\sigma_{m,y,d}$ = 1,48 MPa

Warunek nośności:

k_{sys} = 1,1; k_{temp} = 1,0; $f_{m,y,d} = k_{temp} \cdot k_{sys} \cdot (k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M)$ = 9,14 MPa
$f_{c,0,d} = k_{temp} \cdot k_{sys} \cdot (k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M)$ = 9,14 MPa
$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d}$ = 0,003 + 0,162 = 0,165 < 1

SGN - Warunek stateczności - wyboczenie:

Decyduje kombinacja: **K17**: 0,85·1,35·Stałe+1,5·wiatr z lewej → γ_M = 1,3; k_{mod} = 0,60
Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju **x = 0,000 m** na pręcie **16**:
$N_{c,d}$ = 12,14 kN, $\sigma_{c,0,d}$ = 0,39 MPa
$M_{y,d}$ = -1,39 kNm, $\sigma_{m,y,d}$ = 1,26 MPa
Warunek stateczności elementu:
l_{ey} = 1,792 m; $k_{c,y}$ = 0,946; l_{ez} = 1,792 m; $k_{c,z}$ = 0,405; k_{sys} = 1,1; k_{temp} = 1,0
$f_{c,0,d} = k_{temp} \cdot k_{sys} \cdot (k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M)$ = 9,14 MPa
$f_{m,y,d} = k_{temp} \cdot k_{sys} \cdot (k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M)$ = 9,14 MPa
$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d}$ = 0,045 + 0,138 = 0,182 < 1
$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d}$ = 0,104 + 0,096 = 0,200 < 1

SGN - Warunek stateczności - zwichrzenie:

Decyduje kombinacja: **K18**: 0,85·1,35·Stałe+1,5·wiatr z prawej → γ_M = 1,3; k_{mod} = 0,60
Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju **x = 0,000 m** na pręcie **14**:
$N_{c,d}$ = 16,54 kN, $\sigma_{c,0,d}$ = 0,53 MPa
$M_{y,d}$ = -1,63 kNm, $\sigma_{m,y,d}$ = 1,48 MPa
Warunek stateczności elementu:
l_{ef} = 0,42 m; k_{crit} = 1,000; k_{sys} = 1,1; k_{temp} = 1,0
$f_{c,0,d} = k_{temp} \cdot k_{sys} \cdot (k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M)$ = 9,14 MPa
$f_{m,y,d} = k_{temp} \cdot k_{sys} \cdot (k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M)$ = 9,14 MPa
$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d})$ = 0,057 + 0,162 = 0,219 < 1
$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + (\sigma_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}))^2$ = 0,059 + 0,026 = 0,085 < 1

SGN - Ścinanie:

Decyduje kombinacja: **K18**: 0,85·1,35·Stałe+1,5·wiatr z prawej → γ_M = 1,3; k_{mod} = 0,60
Siła poprzeczna i odpowiadające naprężenie dla przekroju **x = 0,000 m** na pręcie **14**:
k_{cr} = 1,0
$V_{z,d}$ = -2,54 kN, $\tau_{z,d}$ = 0,12 MPa
Warunek nośności:
k_{sys} = 1,1; k_{temp} = 1,0; $f_{v,d} = k_{temp} \cdot k_{sys} \cdot (k_{mod} \cdot f_{v,k} / \gamma_M)$ = 1,73 MPa
$\tau_{z,d}$ = 0,12 MPa < $f_{v,d}$ = 1,73 MPa (7,0%)

Przekrój 180x180

→ A = 324,0 cm², W_y = 972,0 cm³, W_z = 972,0 cm³, J_y = 8748,0 cm⁴, J_z = 8748,0 cm⁴, J_{tor} = 14766,6 cm⁴, m = 14,9 kg/m

Drewno lite iglaste **C22** wg PN-EN 338:2016-06

→ $f_{t,0,k}$ = 13 MPa, $f_{c,0,k}$ = 20 MPa, $f_{m,k}$ = 22 MPa, $f_{v,k}$ = 3,8 MPa, $E_{0,mean}$ = 10 GPa, ρ_k = 340 kg/m³, ρ_{mean} = 410 kg/m³

SGN - Zginanie z rozciąganiem osiowym:

Decyduje kombinacja: **K18**: 0,85·1,35·Stałe+1,5·wiatr z prawej → γ_M = 1,3; k_{mod} = 0,60
Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju **x = 0,919 m** na pręcie **26**:

$N_{t,d}$ = 0,51 kN, $\sigma_{t,0,d}$ = 0,02 MPa
$M_{y,d}$ = -16,27 kNm, $\sigma_{m,y,d}$ = 16,74 MPa

Warunek nośności:

k_{sys} = 1,1; $f_{m,y,d} = k_{sys}\cdot(k_{mod}\cdot f_{m,k} / \gamma_M)$ = 15,23 MPa
$f_{t,0,d} = k_{sys}\cdot(k_{mod}\cdot f_{t,0,k} / \gamma_M)$ = 9,65 MPa
$\sigma_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d}$ = 0,002 + 1,099 = 1,101 > 1

SGN - Warunek stateczności - wyboczenie:

Decyduje kombinacja: **K18**: 0,85·1,35·Stałe+1,5·wiatr z prawej → γ_M = 1,3; k_{mod} = 0,60

Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju **x = 0,625 m** na pręcie **29**:

$N_{c,d}$ = 1,78 kN, $\sigma_{c,0,d}$ = 0,05 MPa
$M_{y,d}$ = -1,19 kNm, $\sigma_{m,y,d}$ = 1,23 MPa

Warunek stateczności elementu:; k_{sys} = 1,1

$f_{c,0,d} = k_{sys}\cdot(k_{mod}\cdot f_{c,0,k} / \gamma_M)$ = 12,18 MPa
$f_{m,y,d} = k_{sys}\cdot(k_{mod}\cdot f_{m,k} / \gamma_M)$ = 15,23 MPa
$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d}$ = 0,000 + 0,081 = 0,081 < 1
$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + k_m\cdot\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d}$ = 0,000 + 0,056 = 0,056 < 1

SGN - Warunek stateczności - zwichrzenie:

element o przekroju kwadratowym/okrągłym nie ulega zwichrzeniu

SGN - Ścinanie:

Decyduje kombinacja: **K18**: 0,85·1,35·Stałe+1,5·wiatr z prawej → γ_M = 1,3; k_{mod} = 0,60

Siła poprzeczna i odpowiadające naprężenie dla przekroju **x = 0,000 m** na pręcie **26**:

k_{cr} = 1,0
$V_{z,d}$ = 17,96 kN, $\tau_{z,d}$ = 0,83 MPa

Warunek nośności:

k_{sys} = 1,1; $f_{v,d} = k_{sys}\cdot(k_{mod}\cdot f_{v,k} / \gamma_M)$ = 2,03 MPa
$\tau_{z,d}$ = 0,83 MPa < $f_{v,d}$ = 2,03 MPa (40,9%)