

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

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

K B - PROJEKTY KONSTRUKCYJNE

spółka z ograniczoną odpowiedzialnością
30-010 Kraków, ul. Łokietka 8C/70
tel. +48 (12) 4310449, fax. +48 (12) 6319089

NIP 945-208-10-59

EKSPERTYZA TECHNICZNA

określająca nieprawidłowości stanu technicznego budynku starego dworu z wozownią położonego u zbiegu ulic: ul. Estońskiej, ul. Malborskiej, ul. Maurycego Mochnackiego na dz. nr 814, 815, 712/3 obręb 49 Podgórze w Krakowie, powstałe w następstwie pożaru i akcji gaśniczej- w zakresie elementów konstrukcyjnych, ze szczególnym uwzględnieniem konstrukcji więźby dachowej, ustalająca zakres wykonania robót zabezpieczających eliminujących stan zagrożenia powstały w wyniku pożaru, dla Zarządu Zieleni Miejskiej w Krakowie

Obiekt:

**Stary dwór z wozownią w obrębie
Parku Duchackiego w Krakowie ,**

Adres:

**zbieg ulic: ul. Estońskiej, ul. Malborskiej,
ul. Maurycego Mochnackiego
na dz. nr 814, 815, 712/3 obręb 49
Podgórze w Krakowie**

Zamawiający :

**Zarząd Zieleni Miejskiej w Krakowie,
ul. Reymonta 20, 30-059 Kraków**

Autor opracowania:

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

Kraków, kwiecień 2023

SPIS ZAWARTOŚCI OPRACOWANIA:

1.	Cel i zakres opracowania ekspertyzy	3
2.	Podstawy opracowania	4
3.	Ogólny opis obiektu sprzed pożaru	5
4.	Opis stanu technicznego po pożarze	12
5.	Analiza techniczna występujących zjawisk.....	16
6.	Wnioski.....	17
7.	Zalecenia w zakresie prac zabezpieczających	18
8.	Analiza statyczna schematu zadaszenia do wprowadzenia.	20
	8.1. Zestawienie obciążeń.....	21
	8.2. Więźba nad segmentem mieszkalnym.....	23
	8.3. Więźba nad segmentem gospodarczym.....	28
9.	Spis rysunków	32

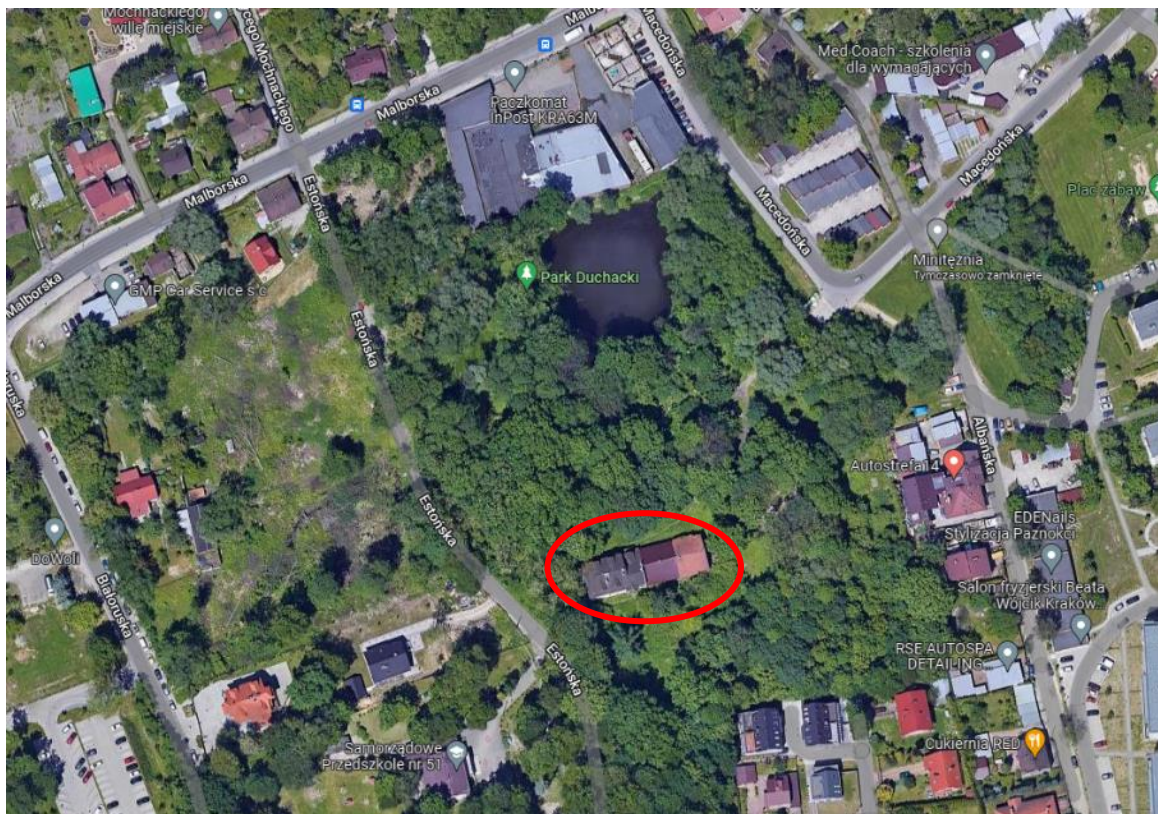
1. Cel i zakres opracowania ekspertyzy

Opracowana ekspertyza techniczna w zakresie określającym nieprawidłowości stanu technicznego budynku starego dworu z wozownią położonego u zbiegu ulic: ul. Estońskiej, ul. Malborskiej, ul. Maurycego Mochnackiego na dz. nr 814, 815, 712/3 obręb 49 Podgórze w Krakowie, powstałe w następstwie pożaru i akcji gaśniczej - w zakresie elementów konstrukcyjnych, ze szczególnym uwzględnieniem konstrukcji więźby dachowej, ustalającej zakres wykonania robót zabezpieczających eliminujących stan zagrożenia powstały w wyniku pożaru, dla Zarządu Zieleni Miejskiej w Krakowie ma na celu określenie bezpieczeństwa stanu istniejącego po akcji pożarniczej jaka miała miejsce w dn. 15.04.2023 roku na skutek pożaru części poddasza. Opracowanie wykonano na zlecenie Zarząd Zieleni Miejskiej w Krakowie

w gestii którego budynek ten znajduje się w użytkowanie.

Zakres ekspertyzy obejmuje rozpoznanie i badanie stanu technicznego dworu w zakresie niezbędnym do przedstawienia analizy technicznej występujących zjawisk i zagrożeń oraz ich przyczyn. Działania te wykonano w celu przedstawienie wniosków i zaleceń w zakresie aktualnego stanu bezpieczeństwa obiektu oraz wskazanie niezbędnych do przeprowadzenia prac budowlanych zabezpieczających chroniących obiekt oraz ludzi i mienie w najbliższym sąsiedztwie zgodnie z postanowieniem Powiatowego Inspektora Nadzoru Budowlanego w Krakowie - Powiat Grodzki znak: ROIK II.5162.7.2023.MCZ z dn. 18.04.2023 roku.

Ekspertyzę zamknięto wnioskami i zaleceniami w zakresie wskazania koniecznych do realizacji robót naprawczych i zabezpieczających ww. obiektu dworu z wozownią, w tym również jeśli wystąpi taka konieczność innych niż ujęte w projekcie robót rewitalizacyjnych ww. obiektów.



Fot. 1. Widok lokalizacji budynku dworu wraz z wozownią w Parku Duchackim.

2. Podstawy opracowania

Podstawę formalną i merytoryczną opracowania stanowią:

1. Zlecenie Zamawiającego na opracowanie niniejszej ekspertyzy.
2. Postanowienie Powiatowego Inspektora Nadzoru Budowlanego w Krakowie- Powiat Grodzki znak: ROIK II.5162.7.2023.MCZ z dnia 18.04.2023 r.
3. Wizja lokalna. Przeprowadzona w dniu 18.04.2023 roku
4. *Inwentaryzacja architektoniczna budynków dworu w obrębie zespołu dworsko – pałacowego na Woli Duchackiej w Krakowie* wykonana przez Pracownię Konserwacji Zabytków „Arkona” Spółka z o. o. w 2015 roku,
5. *Ekspertyza konstrukcyjna Parku Duchackiego - Dwór i Spichlerz* wykonana przez Pracownię Konserwacji Zabytków „Arkona” Spółka z o. o. w 2015 roku.
6. *Ocena stanu technicznego budynku mieszkalno-gospodarczego Dawnego zespołu dworskiego na Woli Duchackiej przy ul. Mochnackiego 71 w Krakowie* wykonana w 2014 roku.
7. Ekspertyza konstrukcyjna oraz stopień zagrzybienia: budynku dworu wraz z wozownią oraz pozostałości budynków gospodarczych – stajni na terenie Parku Duchackiego w Krakowie opracowana przez Pracownię Konserwacji Zabytków „Arkona” Spółka z o. o. w grudniu 2022 r.
8. Literatura przedmiotu oraz normy przedmiotowe
 - PN-EN 1990-2004 Eurokod: Podstawy projektowania konstrukcji
 - PN-EN 1991-1-1:2004 Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje; Część 1-1; Oddziaływania ogólne, Ciężar objętościowy, ciężar własny, obciążenia użytkowe w budynkach.
 - PN—EN 1991-1-3:2005 Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje, Część 1-3; Oddziaływania ogólne – Obciążenie śniegiem.
 - PN—EN 1991-1-4:2008 Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje, Część 1-4; Oddziaływania ogólne – Obciążenie wiatrem.
 - PN-EN 1991-1-5:2005/ NA:2010 Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje - Część 1-5: Oddziaływania ogólne - Oddziaływania termiczne
 - PN—EN 1995-1-1:2010 Eurokod 5: Projektowanie konstrukcji drewnianych. Część 1-1. Reguły ogólne i reguły dla budynków.
 - PN—EN 1996-1-1 + Ap.2013/Ap3: 2016-04 Eurokod 6: Projektowanie konstrukcji murowych. Część 1-1. Reguły ogólne dla zbrojonych i niezbrojonych konstrukcji murowych.
 - Praca zbiorowa Poradnik inżyniera i technika budowlanego ARKADY, Warszawa 1968,
 - Z. Wiłun: Zarys geotechniki Wydawnictwa Komunikacji i Łączności WKŁ, 2000,
 - J. Hadyna: Utrzymanie obiektów budowlanych – materiały MOIIB- Kraków, 2005,
 - Ł. Drobiec: Renowacje konstrukcji obiektów zabytkowych- Część 1.- Gliwice 2018,
 - L. Runkiewicz: Diagnostyka obiektów budowlanych:
 - Część 1.-Zasady wykonywania ekspertyz- Warszawa, 2020,
 - Część 2.- Badania i oceny elementów i obiektów budowlanych- Warszawa, 2022

Obliczenia statyczne – wytrzymałościowe zrealizowane zostały przy pomocy elektronicznych technik obliczeniowych przy użyciu oprogramowania SCIA Engineer 20.

3. Ogólny opis obiektu sprzed pożaru

Budynki Dworu i Spichlerza zlokalizowanych na terenie Parku Duchackiego w Krakowie znajdują się w rejonie ulicy Estońskiej w Krakowie. Są one położone w Parku Duchackim, na stoku pochylonym w kierunku północnym – w kierunku stawu. Pochylenie terenu wynosi w tym miejscu ok. 8.8 %. Budynek Dworu ma wymiary w rzucie 43 x 12 m i wysokość: w części wyższej około 11,1 m i w części niższej 8,30 m. Fragment wyższy obiektu jest częściowo podpiwniczony, pozostała część nie ma piwnic. Część niższa zespołu, na fragmencie rzutu, ma nowy dach, założony po awarii pierwotnej konstrukcji więźby. Znaczna część części niskiej jest zruderowana, tylko trakt wschodni, gdzie są założone sklepienia ceglane, jest w nieco lepszym stanie. Zlokalizowane w niedalekiej odległości pozostałości budynków gospodarczych – stajni to relikty murowe o zmienny poziomie, w obrysie głównych ścian nośnych i zewnętrznych. Obiekt jest obecnie wyłączony z użytkowania i rozpoczęto przy nim realizację prac budowlanych.

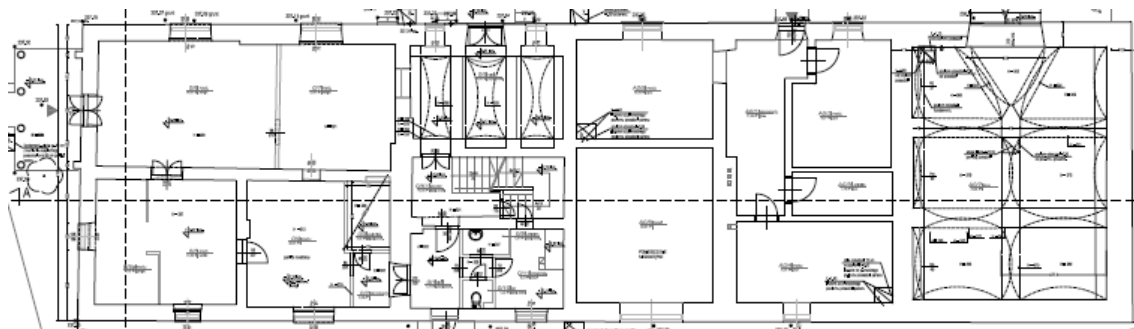


Fot. 2. Widok budynku dworu od strony północno zachodniej.



Fot. 3. Widok ruin po budynku gospodarczym – stajni.

Budynek dworu składa się z trzech wydzielonych części: segmentu mieszkalnego, gospodarczego i segmentu dawnej wozowni.



Fot. 4. Widok rzutu parteru, pozwalający wyodrębnić segmenty: mieszkalny, gospodarczy i wozownię.

Segment mieszkalny to część budowana pod koniec XIX wieku przebudowana i rozbudowana na początku XX wieku. Budynek wolnostojący, jednopiętrowy z poddaszem, podpiwniczony o wymiarach rzutu poziomego 20,5 x 11,8 m. Teren wokół budynku, niezagospodarowany – jest pokryty zielenią wysoką i niską. Segment gospodarczy to dalsza część - zbudowany w XIX wieku, przebudowany i rozbudowany na początku XX wieku. Segment zawierający pomieszczenia gospodarcze, zachowany w formie dalece zdegradowanej. Jest to część o wymiarach rzutu poziomego 12,8 x 11,8 m. Segment dawnej wozowni to segment zlokalizowany w części wschodniej, zbudowany w XIX wieku, nieznacznie modernizowany na początku XX wieku. Segment zachowany w formie pomieszczenia nakrytego siedmioma segmentami sklepień żaglastych. Sklepienia ceglane tworzą układ dwuhalowy rozdzielony dwoma filarami ceglanymi, których pierwszy, frontowy na rzucie pięciokąta stanowi wsparcie dla pięciu gurtów z trójkątnym w rzucie sklepieniem czołowym na osi głównej bramy wjazdowej. Taki system podziału sklepień umożliwia dojazd do obu hal wozowni poprzez jedną bramę wjazdową. Segment zawierający pomieszczenia wozowni, zachowany w formie częściowej ruiny, o wymiarach rzutu poziomego 9,0 x 11,6 m.



Fot. 5. Widok segmentu mieszkalnego.

Według przekazów historycznych „Gospodarstwo sołtysa, ze stawami, znajdowało się w centrum wsi, gdzie ukształtował się później zespół dworski”. Folwark wolski wzmiankowano już w roku 1438. W dokumencie z r. 1592 wspomniano o dzierżawcy wsi, Węgrzyskim, co poniekąd potwierdza istnienie jakiegoś jego mieszkania na terenie folwarku. W kontrakcie dzierżawnym z r. 1684 wymieniono dwór (zapewne murowany) i folwark. Zniszczenia wojenne pierwszej dekady w. XVIII dosięgły także Woli Duchackiej. Po nich dwór odbudowano. Elżbieta Firlet sądzi, że poprzedni dwór, jak i osiemnastowieczny, znajdowały się w miejscu budynku mieszkalno-gospodarczego. Na początku drugiej połowy w. XIX, na zachód od starego powstał nowy dwór (odłączony od zespołu dworskiego w r. 1939), zaś do starego dobudowano wozownię, a na południe od niego zbudowano murowany spichlerz. W latach 1927-1942, za własności inżyniera Stefana Bema, „stary dwór” odnowiono; ponowny remont nastąpił w latach pięćdziesiątych (budowa ceglanych przypór). Elżbieta Firlet twierdzi, że budynek mieszkalno-gospodarczy to „stary dwór” – główny budynek mieszkalny założenia i „najstarsza siedziba dzierżawców wsi”. Składa się on z dwóch części: „tak zwanego starego dworu i wozowni; stary dwór powstał w XVIII wieku w miejscu wcześniejszego obiektu (XVI w.) w części murowanego, nadbudowany w 1927 roku; wozownia dobudowana na początku drugiej połowy XIX wieku”. Z powyższego wynika, że dwór założony był na mocno wydłużonym rzucie, do którego dobudowano jeszcze wozownię. Przynajmniej w partiach fundamentowych, starszej części budynku mieszkalno-gospodarczego, winny być zachowane relikty z w. XVI i XVIII.



Fot. 6. Widok budynku dworu od strony segmentu wozowni.

Odmienne rozwarstwia mury budynku Marek Łukacz, jako najstarszą wyodrębniając jego zachodnią partię, pierwotnie gospodarczą i parterową (dziś mieszkalną i piętrową), datując ją na pierwszą połowę w. XIX, z zastrzeżeniem nieco wcześniejszego datowania kamiennych wątków fundamentów i piwnic. Przed r. 1847 budynek powiększono w kierunku wschodnim, nadal jako gospodarczy, niepodpiwniczony i parterowy. Pod koniec w. XIX dostawiono od wschodu wozownię. W r. 1927 nad zachodnią, wówczas już mieszkalną, częścią budynku podobno

zbudowano piętro, a w przyległej do niego części gospodarczej zbudowano klatkę schodową oraz wydzielono sień. Wtedy też częściowo podpiwniczono mieszkalną część budynku. Mamy pewne wątpliwości w kwestii datowania budowy piętra. Na fotografii z (jak należy się domyślać) r. 1927 piętro to istnieje i wygląda na starszą, już od pewnego czasu istniejącą i nieco zdezelowaną drugą kondygnację budynku gospodarczego.

Na niewiele późniejszej fotografii część mieszkalna jest wyremontowana, nadal dwukondygnacyjowa, otynkowana i utrzymana w dobrym stanie. Sądzymy, że piętro części mieszkalnej powstało najpóźniej w drugiej połowie w XIX. Budynek murowany z kamienia łamanego (nieregularne łomy wapienia) i cegieł, na zaprawie wapienno-piaskowej, otynkowany, w partii zachodniej częściowo podpiwniczony (ceglane odcinkowe wysklepki na stalowych szynach) i dwukondygnacyjny; w partii wschodniej niepodpiwniczony, jednokondygnacyjny; rzut całości prostokątny, wydłużony na osi wschód-zachód.



Fot. 7. Ganek wtórny od strony zachodniej

Do elewacji zachodniej dostawiony jest żelbetowy ganek z tarasem (w. XX). W części zachodniej występuje funkcja mieszkalna, we wschodniej gospodarcza (i wtórna mieszkalna) z dawną wozownią w skrajnej partii. Układ wnętrza: dwutraktowy w dwukondygnacyjowej części zachodniej, trzytraktowy w części przyległej do mieszkalnej – z sienią w trakcie północnym (żaglaste wysklepki na gurtach) i klatką schodową w trakcie środkowym; poza tym układ jednoraktowy (podziały cienkimi ścianami), zaś w wozowni układ „dwunawowy” - żaglaste sklepienia na gurtach i dwóch filarach wolnostojących oraz filarach przyściennych. Dachy: nad częścią mieszkalną strych i dwuspadowy dach z lukarnami, nad przyległą sienią dach pulpitowy z lukarną, zaś od południa prosta w formach przeszklona loggia (pracownia); nad pozostałą częścią budynku dach dwuspadowy. Obecnie dach ten i pokryci uległo spaleni. Elewacje: otynkowane, kompozycje nieregularne, bez cech stylowych (bark detalu), w partii elewacji odpowiadającej sieni występuje odcinkowo zamknięty otwór wejścia flankowany dwoma okienkami (poziomo założone elipsy); tynk zachowany

głównie w części mieszkalnej, w części gospodarczej znaczne ubytki tynku i zniszczenie wątku, szczególnie ceglanego.



Fot. 8. Zdegradowana część gospodarcza – część środkowa dworu.

Tzw. stary dwór znajduje się w ogólnie złym stanie zachowania, o zróżnicowanym stopniu w zależności od części budynku. Tynki ścian w części dwukondygnacyjnej znajdują się w bardzo złym stanie zachowania. Są zawilgocone, spękanе, spęcherzone, złuszczone, rozwarstwione, zabrudzone, pokryte zaciekami i graffiti, śladami zalań, z licznymi ubytkami, widocznymi strefami uszkodzonymi wskutek korozji biologicznej. Główną przyczyną jest zalewanie oraz brak izolacji powodujący kapilarne podciąganie wody z terenu. Rozległe uszkodzenia i ubytki widoczne w obrębie gzymsu wieńczącego powstały wskutek zalań wodami opadowymi przedostającymi się z uszkodzonych obróbek. W obrębie części dwukondygnacyjnej pojedyncze ubytki sięgają do wątku ceglanego. Większość ubytków występuje na elewacji północnej. Odsłonięte wątki są skorodowane - złuszczenie warstw przypowierzchniowych spowodowało powstanie ubytków cegieł. W złym stanie technicznym znajduje się ganek z tarasem przy elewacji zachodniej. Lokalnie odsłonięciu uległo zbrojenie elementów. Widoczne są rozwarstwienia i złuszczenia zaprawy żelbetowej, którą pokrywają zacieki, wysolenia i zielone wykwity powstałe wskutek działalności mikroorganizmów. Taras i stopnie do niego prowadzące są spękanе, rozwarstwione, pokryte mchami i glonami. W części parterowej zachowane wyłącznie niewielkie fragmenty tynków w formie odspojonych, spękanых, nieregularnych łat. Na przeważającej powierzchni ścian elewacyjnych widoczne są mieszane wątki kamienno-ceglane. Partie ceglane mocno uszkodzone, występują ubytki

całych cegieł lub znacznych ich fragmentów, cegły są spękane, rozwarstwione, wykruszone, pokryte ciemną skorupą nawarstwień lub białymi wysoleniami.



Fot. 9. Zdegradowane lecz stabilne sklepienia w wozowni.

W ubytkach wątków zakorzeniła się roślinność wyższa. Skrajna część wschodnia (wozownia) znajduje się w najgorszym stanie, który grozi katastrofą budowlaną. Konstrukcja dachów jest bardzo uszkodzona, wygniła więźba spowodowała deformację połaci. Nadłamane belki zwisają z dachu na którym zachowały się zniszczone i połamane dachówki. Pomiedzy nimi wyrastają bujnie rośliny. Nad środkową częścią części wschodniej wykonano prowizoryczne pokrycie z płaskiej blachy. Bezpośrednio przy ścianie wschodniej budynku wyrastają młode drzewa. W tym rejonie wątki kamienne są rozluźnione, pojedyncze łomy wysunęły się z muru lub przemieściły.

W obrębie całych obszarów brak jest spoinowania. Powierzchnię łomów wapienia pokrywają grubą warstwą ciemne, szczelne nawarstwienia. Ceglana przypora w narożniku północno-zachodnim pokrywają niemal w całości mchy i rośliny wyższe. Odslonięte cegły pokrywają białe wysolenia, widoczne są także liczne ubytki wątku. Konstrukcja sklepiń w wozowni zagrożona zawaleniem - występują prowizoryczne podparcia. Na powierzchni cegieł widoczne efekty działalności mikroorganizmów, zwłaszcza w rejonach zalewanych przez wody opadowe. Lokalnie, zwłaszcza na krawędziach filarów, zauważalne rozluźnienie wątków. Na ścianach widoczne pozostałości tynków. Miejscowo rozluźnione wątki przychwycone zaprawami cementowymi. Powierzchnie części cegieł niszczone wskutek złuszczeń. Stolarka okienna i drzwiowa jest zdegradowana lub niezachowana. Częściowo brak szklenia. Stajnia, o rzucie wydłużonym, jest obiektem zachowanym w stanie ruiny, bez dachu,

a mury tylko częściowo są widoczne powyżej poziomu gruntu. Stan budynku jest na tyle zły, że trudno jest określić jego pełny zasięg w terenie. Na zachowanych partiach ścian występują współczesne graffiti.



Fot. 10. Kolonie grzybni na zalewanym stropie części mieszkalnej.



Fot. 11. Zniszczona (lecz stabilna) przypora narożnika północno-wschodniego.

4. Opis stanu technicznego po pożarze

W wyniku pożaru oraz akcji gaśniczej jaka miała miejsce w dniu 15.04.2023 roku doszło do pogorszenia stanu technicznego opisywanego budynku starego dworu z wozownią. Na podstawie oględzin i badań stwierdzono iż pożar, a następnie akcja gaśnicza dotyczyła części mieszkalnej starego dworu. Oddziaływanie nie przeniosło się na część dawnej wozowni oraz część gospodarczą. Pożar oraz akcja gaśnicza spowodowała stan zagrożenia dla budynku.

W wyniku pożaru i akcji gaśniczej zniszczeniu uległa część i elementy budynku:

- Całkowitemu zniszczeniu uległo pokrycie wykonane z płyt falistych i drewniana podkonstrukcja pokrycia. Zachowało się tylko w części skrajna (okapowa) pokrycia oraz część pokrycia części mieszkalnej przylegająca do segmentu gospodarczego. Jednak deformacje tej zachowanej części pokrycia nad segmentem mieszkalcym świadczą, iż jest ono niewłaściwie zamocowane i w każdym momencie może ono odpaść od podkonstrukcji, a w dalszej konsekwencji zsunąć się z dachu lub zapaść pod wpływem większego obciążenia np. na sutek nawalnego deszczu.



Fot. 12. Skala zniszczenia pokrycia.

- W części głównej segmentu mieszkalnego całkowitemu zniszczeniu uległa więźba dachowa wraz z elementami towarzyszącymi (murlaty). Na podstawie oględzin stwierdzono, iż spaleni uległy wszystkie elementy w zakresie co najmniej 75% przekroju, a około 50% elementów w 100%. Elementy te nie spełniają już warunków stawianych elementom i materiałom budowlanym, zaś ich kruchość może spowodować, że w przypadku dodatkowego obciążenia poza ciężarem własnym mogą ulec zawaleniu.



Fot. 13. Spalone elementy więźby dachowej

- W większości uległo całkowitemu spaleniu deskowanie górne stropu nad I piętrem. Lokalnie istniejące deski o nieprzeżalonej grubości substancji drewnianej zostały wprowadzone podczas akcji gaśniczej oraz późniejszych oględzin celem umożliwienia wejścia bez narażania się na zapadnięcie.



Fot. 14. Spalone deskowanie górne stropu nad I piętrem.

- Nieodwracalnemu zniszczeniu uległy belki stropowe, które od strony wierzchniej i strony bocznej uległy spaleniowi na głębokość zmienną – od około 2 cm do około 6 cm. Spowodowało to, że lokalnie belki stropowe znacznie się ugięły, co spowodowało oderwanie deskowania dolnego. W zakresie najbardziej odkształconych belek i zniszczenia dolnego deskowania, część elementów spadła na poniższy poziom dawnej kondygnacji mieszkalnej. Z pewnością było to też skutkiem zalania elementów zniszczonych wodą, co spowodowało drastyczne zwiększenie ich ciężaru. Spalone elementy drewniane o wysokiej kruchości ulegały łamaniu na wiele drobniejszych części.



Fot. 15. Przebiecie na skutek oderwania się deskowania dolnego od odkształconych belek.

- W wyniku akcji pożarnej poziom poddasza i poziom I piętra zostały znacznie zalane. Głównie akcja gaśnicza toczyła się na poziomie poddasza gdzie prawdopodobnie było źródło pożaru. Woda z poziomu poddasza przeciekała niżej niosąc ze sobą szlam po spalonych elementach. Woda zalewowa z akcji pożarnej zalega obecnie w strukturze stropów, warstw wykończeniowych oraz murze powodując powstawanie zastoisk wody, przebarwień oraz przemieszczania się szlamu z popiołem.



Fot. 16. Zalanie poziomemu I piętra.

- Wysokie murowane ściany szczytowe poddasza części mieszkalnej dworu usztywnione dotychczasowa konstrukcją przestrzenną dachu drewnianego utraciły charakter pracy w postaci układu przestrzennego.



Fot. 17. Wzajemne stężenie ścian szczytowych i więźby drewnianej

5. Analiza techniczna występujących zjawisk

Na podstawie oględzin i badań stwierdzono, iż pożar jaki miał miejsce w dniu 15.04.2023 miał swoje centrum w strefie poddasza części mieszkalnej zabytkowego starego dworu z wozownią położonego u zbiegu ulic: ul. Estońskiej, ul. Malborskiej, ul. Maurycego Mochnackiego na dz. nr 814, 815, 712/3 obręb 49 Podgórze w Krakowie. Spaleniu uległy elementy więźby i stropu nad poziome I piętra, które przesłały pełnić funkcję konstrukcyjną ze względu na destrukcję materiału. W wyniku akcji gaśniczej która zapobiegła rozprzestrzenianiu się pożaru na pozostałe segmenty oraz ograniczyła skalę zniszczeń zacieki znacznej ilości wody wraz ze szlamem przeniosły się na poziom I piętra oraz spowodował zawalenie się części stropu.

W ocenie autora pożar miał szybki przebieg gdyż strop nad I piętrem od strony spodniej nie uległ osmoleniu na skutek zadymienia, jak również dotyczy to murowanych ścian szczytowych i kominów poddasza. Efekt taki można obserwować jedynie lokalnie na pozostałych elementach poddasza. W przestrzeni I piętra przeplata się on ze strefami przebarwienia na skutek przecieku wody z akcji gaśniczej, która niosła za sobą szlam po spalonych i wykruszonych (wyżarzonych) elementach. Woda ta do dnia dzisiejszego zalega w strefie górnej kondygnacji. Zalega ona nie tylko w postaci widocznych zastoisk na poziomie I piętra ale również zalega w strukturze zasypu stropów, warstw wykończeniowych oraz murze kształtujących konstrukcję budynku.

Na poziomie parteru oraz w obszarze przyległych stref: gospodarczej i wozowni nie zaobserwowano istotnych śladów po pożarze oraz akcji gaśniczej. Są to jedynie lokalnie zabrudzenia oraz ślady wody, które mają bardziej charakter substancji naniesionej niż wynikłej z zaistniałej sytuacji.

W wyniku pożaru oraz akcji gaśniczej jaka miała miejsce w dniu 15.04.2023 roku doszło do pogorszenia stanu technicznego opisywanego budynku starego dworu z wozownią. Skutki destrukcji spowodowanej pożarem i akcją pożarniczą powodują iż budynek w obecnym stanie technicznym należy ocenić jako budynek w stanie awaryjnym. Spalone elementy więźby drewnianej dachu mogą ulec w przewróceniu lub zawaleniu, co w dalszej konsekwencji może spowodować obciążenie poniższej konstrukcji stropu nad I piętrem i dalej jego zawalenie. Elementy konstrukcji dachu jak również elementy pozostałego pokrycia mogą ulec oderwaniu od podkonstrukcji i spadanie na otaczający teren. Do sytuacji takiej mogą przyczynić się zarówno czynniki pogodowe: deszcz, wiatr, jak również może być to skutek postępującej destrukcji i kruszenia spalonego drewna.

6. Wnioski

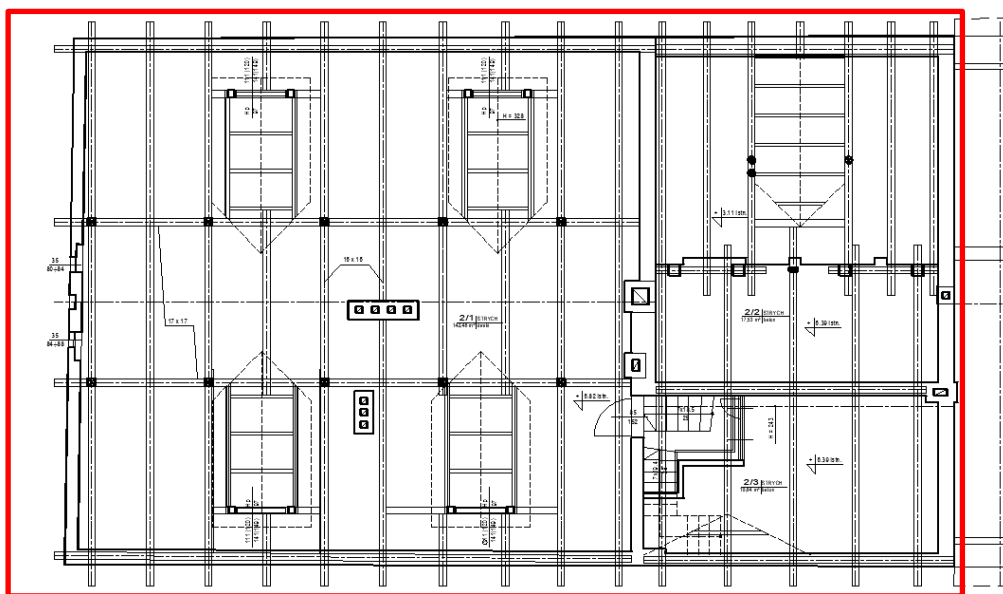
Na podstawie oględzin i badań starego dworu z wozownią położonego u zbiegu ulic: ul. Estońskiej, ul. Malborskiej, ul. Maurycego Mochnackiego na dz. nr 814, 815, 712/3 obręb 49 Podgórze w Krakowie w którym w dniu 15.04.2023 roku miał miejsce pożar i akcja gaśnicza można przedstawić następujące wnioski:

- a) W wyniku pożaru oraz akcji gaśniczej z dnia 15.04.2023 roku stan techniczny starego dworu z wozownią położonego u zbiegu ulic: ul. Estońskiej, ul. Malborskiej, ul. Maurycego Mochnackiego w Krakowie uległ pogorszeniu. Stan ten w chwili obecnej określany jest jako stan awaryjny.
- b) W wyniku pożaru oraz akcji gaśniczej z dnia 15.04.2023 roku spaleniu uległa drewniana więźba dachowa nad częścią mieszkalną dworu oraz strop nad I piętrem. Elementy te nie nadają się do dalszego lub powtórnego wykorzystania.
- c) Znaczemu zniszczeniu na skutek działania temperatury oraz zawilgocenia uległy elementy murów części mieszkalnej dworu oraz stropu poniższego. Elementy te nadają się do przeprowadzenia prac naprawczych i remontowych.
- d) Nie stwierdzono zniszczenia lub naruszenia substancji głównej konstrukcji nośnej części mieszkalnej dworu (ukształtowanej w postaci ścian murowanych) jak również jego fundamentów.
- e) Nie stwierdzono zniszczenia lub naruszenia substancji głównej konstrukcji nośnej oraz dachu pozostałych części dworu tj. części gospodarczej oraz wozowni.
- f) W obrębie poddasza części mieszkalnej dworu wymagane jest podjęcie pilnych prac zabezpieczających w zakresie wskazanych poniżej .
- g) Podczas prac zabezpieczających zaleca się wykonać zalecane wcześniej prace naprawcze w zakresie uszczelniania pokrycia dachu w sąsiedztwie części wozowni.

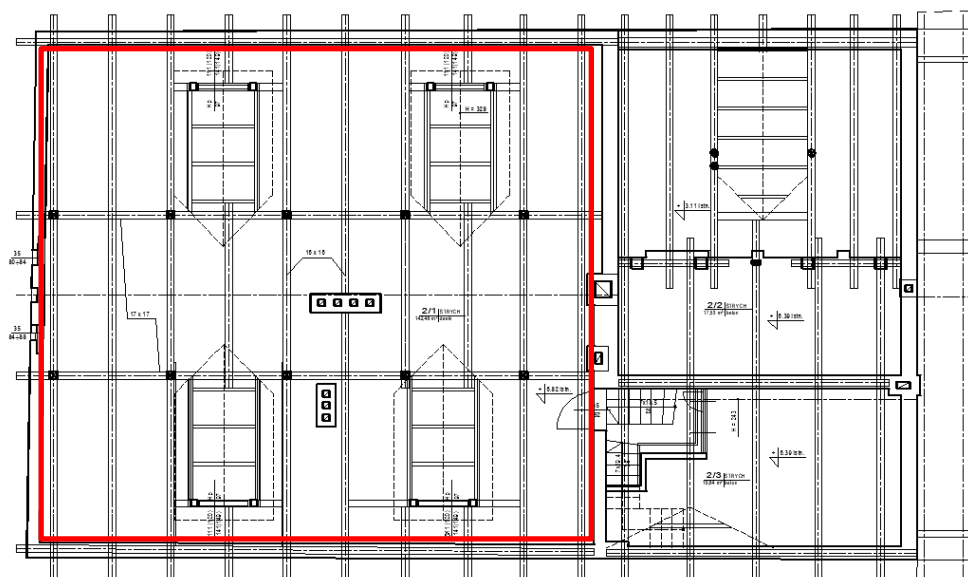
7. Zalecenia w zakresie prac zabezpieczających

W wyniku pożaru i akcji gaśniczej jakie miały miejsce w dniu 15.04.2023 roku w obrębie zabytkowego starego dworu z wozownią położonego u zbiegu ulic: ul. Estońskiej, ul. Malborskiej, ul. Maurycego Mochnackiego na dz. nr 814, 815, 712/3 obręb 49 Podgórze w Krakowie stan techniczny obiektu pogorszył się w sposób istotny, dochodząc w obrębie poddasza części mieszkalnej do stanu określanego jako awaryjny. Stan taki wymaga podjęcia pilnego programu prac zabezpieczających. W ocenie Autora ekspertyzy zakres prac zabezpieczających winien obejmować:

- a) Demontaż spalonej więźby dachowej nad całą częścią mieszkalną dworu w zakresie jak poniżej



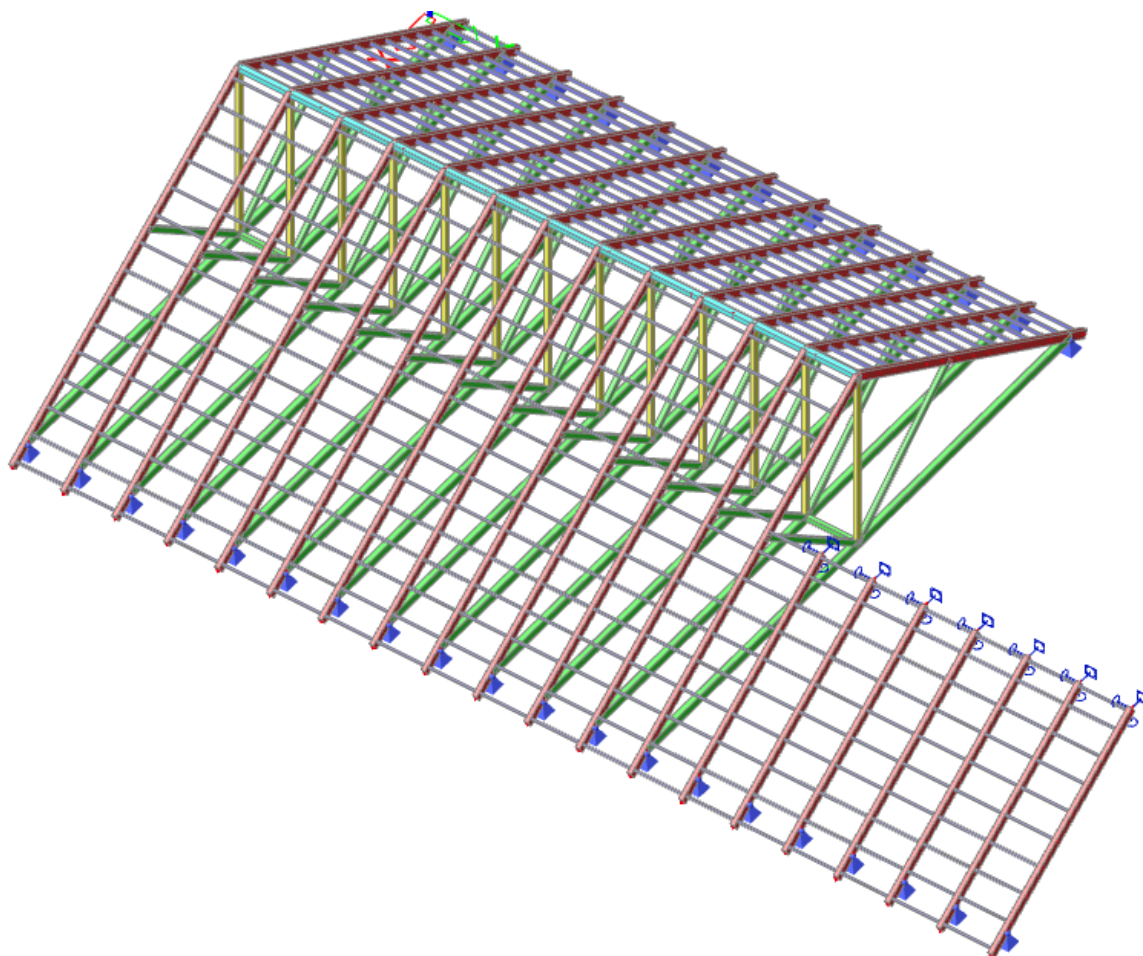
- b) Demontaż stropu (deskowania górnego, belek, deskowania dolnego) nad I piętrem części mieszkalnej w zakresie wskazanym poniżej



- c) Usunięcie substancji zawalonej z poziomu I piętra

- d) Usunięcie śmieci z poziomu parteru
- e) Zapewnienie długotrwałej wentylacji np. w postaci przewietrzania poziomu parteru, I piętra i poddasza części mieszkalnej dworu w celu odprowadzenia wilgoci wynikającej ze zgromadzonej wody na skutek akcji gaśniczej.
- f) Wykonanie drewnianej więźby dachowej tymczasowej o schemacie krokwiowym z płatwią w części centralnej spiętych tramami w poziomie istniejącego stropu nad I piętrem (przewidzianym do demontażu).
- g) Pokrycie drewnianej więźby dachowej tymczasowej blachą trapezową.
- h) Wykonanie systemu odprowadzenia wody opadowej z dachu do istniejącej sieci kanalizacji opadowej i drenaży.
- i) Stężenie istniejącej więźby dachowej do ścian szczytowych.

8. Analiza statyczna schematu zadaszania do wprowadzenia.



Model numeryczny tymczasowej więźby dachowej.

8.1. Zestawienie obciążeń

Zestawienie obciążeń na elementy budynku (wg PN-EN 1991-1-1):

Zestawienie obciążeń powierzchniowych pokrycia dachu					
	t [cm]	γ [kN/m ³]	q_k [kN/m ²]	γ_f	q_d [kN/m ²]
Obciążenia stałe					
blacha trapezowa	1,4	0,05	0,0007	1,35	0,001
łaty 4x6cm	5,0	6,00	0,043	1,35	0,057
Suma			0,042		0,058
Obciążenia zmienne					
Kategoria H			0,40	1,50	0,60
Suma zmienne			0,40		0,60
Suma stałe + zmienne			0,44		0,66

- Obciążenia klimatyczne śniegiem wg PN-EN 1991-1-3:

PN-EN 1991-1-3 Oddziaływania na konstrukcje. Oddziaływania ogólne. Obciążenie śniegiem											
Lokalizacja budynku:		KRAKÓW									
Strefa obciążenia śniegiem [Tab. NB.1]:		3									
Wysokość nad poziomem morza:		A = 237 m.n.p.m									
Kąt nachylenia połaci dachowej											
$\alpha_1 =$		31,00		°		$\alpha_2 =$		31		°	
$\alpha_1 =$		68,89		%		$\alpha_2 =$		68,89		%	
Rodzaj warunków terenowych [Tab. 5.1]:		Normalny									
Obciążenie śniegiem dachów w trwałej i przejściowej sytuacji obliczeniowej:											
$s = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k$											
$s_k =$		1,20		kN/m ²		- wartość charakter. obciążenia śniegiem gruntu [Tab. NB.1]					
$C_t =$		1,00				- współczynnik termiczny [pkt. 5.2 (8)]					
$C_e =$		1,00				- współczynnik ekspozycji [Tab. 5.1]					
$\mu_1(\alpha_1) =$		0,7733333				- współczynnik kształtu dachu [pkt. 5.3, Tab. 5.2]					
$\mu_1(\alpha_2) =$		0,7733333				- współczynnik kształtu dachu [pkt. 5.3, Tab. 5.2]					
Przypadek (i):											
$s(\mu_1(\alpha_1)) =$		0,928		kN/m ²		- wartość charakterystyczna obciążenia śniegiem dachu					
$s(\mu_1(\alpha_2)) =$		0,928		kN/m ²		- wartość charakterystyczna obciążenia śniegiem dachu					
$\gamma_f =$		1,5				- wartość współczynnika obciążeniowego					
$s_d = s_k \cdot \gamma_f$											
$s_d(\mu_1(\alpha_1)) =$		1,39		kN/m ²		- wartość obliczeniowa obciążenia śniegiem dachu					
$s_d(\mu_1(\alpha_2)) =$		1,39		kN/m ²		- wartość obliczeniowa obciążenia śniegiem dachu					
Przypadek (ii):											
$s(0,5\mu_1(\alpha_1)) =$		0,464		kN/m ²		- wartość charakterystyczna obciążenia śniegiem dachu					
$s(\mu_1(\alpha_2)) =$		0,928		kN/m ²		- wartość charakterystyczna obciążenia śniegiem dachu					
$s_d(0,5\mu_1(\alpha_1)) =$		0,70		kN/m ²		- wartość obliczeniowa obciążenia śniegiem dachu					
$s_d(\mu_1(\alpha_2)) =$		1,39		kN/m ²		- wartość obliczeniowa obciążenia śniegiem dachu					
Przypadek (iii):											
$s(\mu_1(\alpha_1)) =$		0,928		kN/m ²		- wartość charakterystyczna obciążenia śniegiem dachu					
$s(0,5\mu_1(\alpha_2)) =$		0,464		kN/m ²		- wartość charakterystyczna obciążenia śniegiem dachu					
$s_d(\mu_1(\alpha_1)) =$		1,39		kN/m ²		- wartość obliczeniowa obciążenia śniegiem dachu					
$s_d(0,5\mu_1(\alpha_2)) =$		0,70		kN/m ²		- wartość obliczeniowa obciążenia śniegiem dachu					

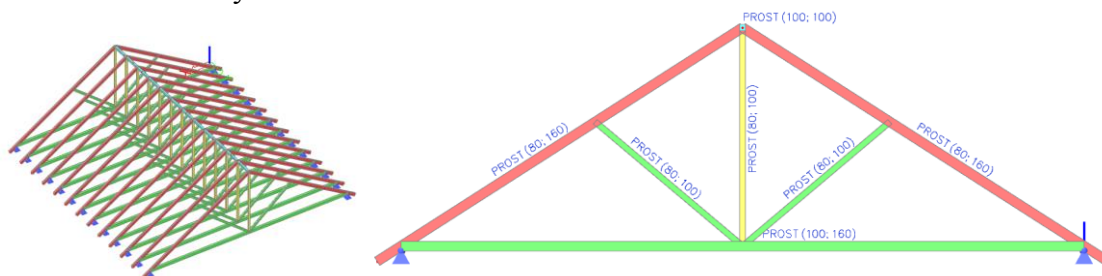
• Obciążenie klimatyczne wiatrem wg PN-EN 1991-1-4:

PN-EN 1991-1-4 Oddziaływania na konstrukcje. Oddziaływania ogólne. Oddziaływania wiatru									
Lokalizacja budynku:		KRAKÓW							
Strefa obciążenia wiatrem [rys. NB.1]:		1							
Kategoria terenu [tab.4.1]:		III - obszary regularnie pokryte roślinnością albo budynkami lub pojedynczymi przeszkodami oddalonymi od siebie na odległość nie większą niż 20 ich wysokości (jak wsie, tereny podmiejskie, stałe lasy)							
Wysokość nad poziomem morza									
a =	237	m.n.p.m							
Wysokość nad poziomem terenu:									
z =		m							
Bazowa prędkość wiatru [pkt 4.2]:									
$V_b = C_{dir} * C_{season} * V_{b,0}$									
$V_{b,0} =$	22,00	m/s		- wartość podstawowa bazowej prędkości wiatru [tab.NB.1]					
$C_{dir} =$	1,0	- współczynnik kierunkowy [tab. NB.2]							
$C_{season} =$	1,0	- współczynnik sezonowy							
$V_b =$	22,00	m/s							
Średnia prędkość wiatru [pkt 4.3]:									
$V_m(z) = c_r(z) * c_o(z) * V_b$									
$c_r(z)$	$c_o(z)$	z min		z0					
$c_r(z) =$	0,000	- współczynnik chropowatości [tab. NB.3]							
$c_o(z) =$	1,0	- współczynnik rzeźby terenu (orografii)							
$V_m(z) =$	0,00	m/s							
Turbulencja wiatru [pkt 4.4]:									
$I_v(z) = \sigma_v/V_m(z) = k/(c_o(z)*\ln(z/z_0))$		dla $z_{min} \leq z \leq z_{max}$							
$I_v(z) = I_v(z_{min})$		dla $z \leq z_{min}$							
$z_{min} =$	5,0	m		- wysokość minimalna [tab. 4.1]					
$z_{max} =$	200	m		- wysokość maksymalna					
$z_0 =$	0,300	m		- wysokość chropowatości [tab. 4.1]					
$k_l =$	1,0	- współczynnik turbulencji							
$I_v(z) =$	0,355	- intensywność turbulencji na wysokości "z"							
Wartość szczytowa ciśnienia prędkości [tab. 4.5]:									
$q_p(z) = [1+7*(I_v(z))*0,5*\rho*V_m^2(z) = c_e(z)*q_b$									
$\rho =$	1,25	kg/m ³		- gęstość powietrza					
$q_{b,0} =$	0,300	kN/m ²		- podstawowa wartość ciśnienia prędkości wiatru [tab. NB.1]					
$q_b = 0,5*\rho*V_b^2$		- wartość bazowa ciśnienia prędkości							
$q_b =$	0,303	kN/m ²							
5,0%		-akceptowalny błąd zwiększenia prędkości wiatru [pkt 4.3.3]							
0,95	≤	$q_{b,0}/q_b*100\%$	≤	1,05					
0,95	≤	99,17	≤	1,05	Warunek spełniony				
$q_b = \max(q_b, q_{b,0})$									
$q_b =$	0,303	kN/m ²							
$c_e(z) =$	0,000	- współczynnik ekspozycji [tab. NB.3]							
$q_b(z) =$	0,00	kN/m ²							

8.2. Wieżba nad segmentem mieszkalnym

Wieżba zbudowana z wiązarów wieszakowych z przekrojów o wymiarach:

- krokwie – 8cm x 16cm
- tramy – 10cm x 16cm
- wieszaki – 8cm x 10cm
- krzyżulce – 8cm x 10cm



Wykresy sił przekrojowych dla najbardziej wyężonego wiązara:

Momenty zginające M_y [kNm]:

Siły wewnętrzne 1D

Wartości: M_y

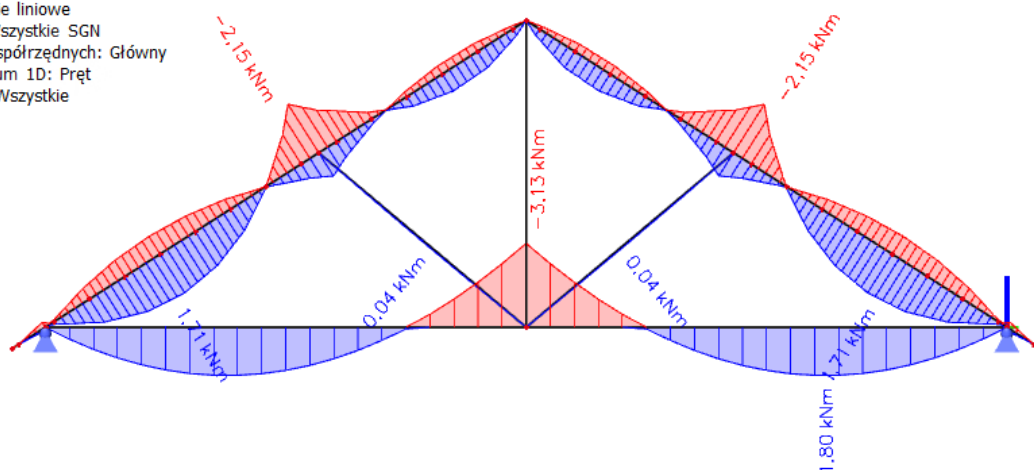
Obliczenie liniowe

Klasa: Wszystkie SGN

Układ współrzędnych: Główny

Ekstremum 1D: Pręt

Wybór: Wszystkie



Siły ścinające V_z [kN]:

Siły wewnętrzne 1D

Wartości: V_z

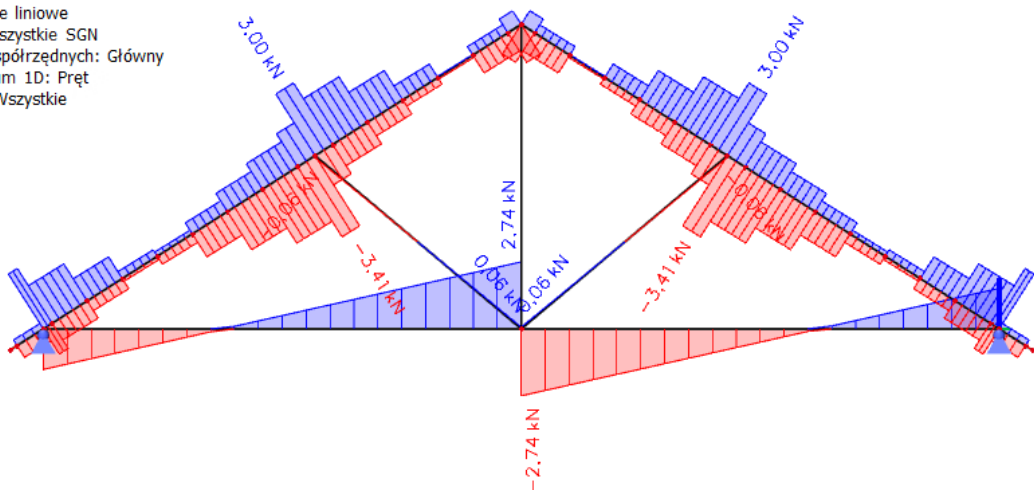
Obliczenie liniowe

Klasa: Wszystkie SGN

Układ współrzędnych: Główny

Ekstremum 1D: Pręt

Wybór: Wszystkie



Siły ściskające N [kN]:

Siły wewnętrzne 1D

Wartości: N

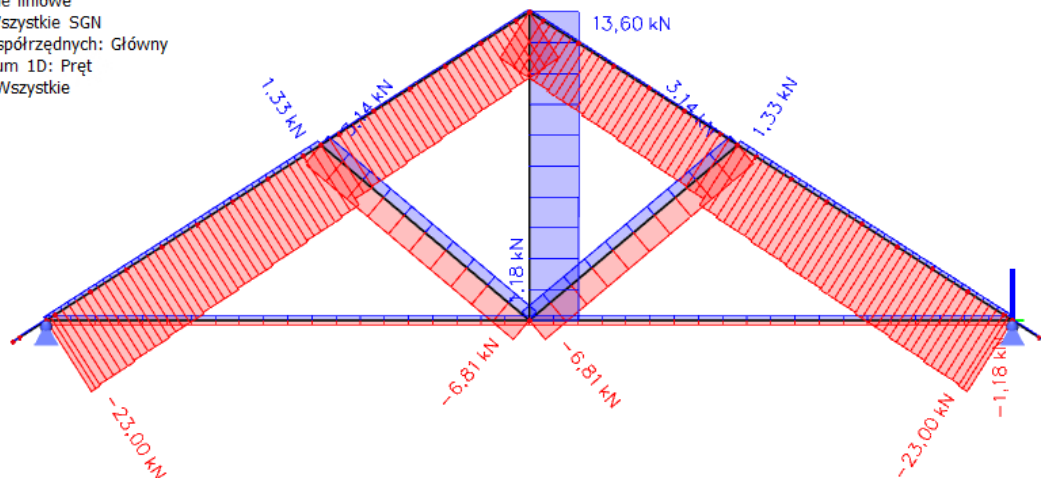
Obliczenie liniowe

Klasa: Wszystkie SGN

Układ współrzędnych: Główny

Ekstremum 1D: Pręt

Wybór: Wszystkie



Sprawdzenie Stanu Granicznego nośności dla najbardziej wyężonej krokwi:

Sprawdzenie wg normy EN 1995-1-1

Belka B183	7,290 m	CS2 - PROST 80X160 (80; 160)	C24 (EN 338)	Wszystkie SGN	0,63 -
------------	---------	---------------------------------	--------------	---------------	--------

Dane podstawowe

Częściowy współczynnik bezpieczeństwa γ_M dla drewna litego	1,30
--	------

Dane o materiale

Zginanie ($f_{m,k}$)	24,0	MPa
Rozciąganie ($f_{t,0,k}$)	14,5	MPa
Rozciąganie ($f_{t,90,k}$)	0,4	MPa
Ściskanie ($f_{c,0,k}$)	21,0	MPa
Ściskanie ($f_{c,90,k}$)	2,5	MPa
Ścinanie ($f_{v,k}$)	4,0	MPa
Rodzaj drewna	Bryła	

Sprawdzenie krytyczne jest na pozycji **4,350 m**.

Siły wewnętrzne

N _{Ed}	-19,46	kN
V _{y,Ed}	0,01	kN
V _{z,Ed}	-3,40	kN
T _{Ed}	0,00	kNm
M _{y,Ed}	-2,14	kNm
M _{z,Ed}	0,00	kNm

Współczynnik modyfikacji

Klasa użytkowania	1
Czas trwania obciążenia	Krótkotrwałe
Współczynnik modyfikacji k_{mod}	0,90

...: SPRAWDZENIE PRZEKROJU ...

Ściskanie równoległe do włókien

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.1.4 i wzorem (6.2)

$\sigma_{c,0,d}$	1,5	MPa
$f_{c,0,d}$	14,5	MPa
Sprawdzenie całkowite	0,10	-

Ściskanie prostopadłe do włókien

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.1.5 i wzorem (6.3)

$F_{c,90,d}$	6,39	kN
l	100	mm
l_{ef}	160	mm
b	80	mm
A_{ef}	12800	mm ²
$\sigma_{c,90,d}$	0,5	MPa
Warunek podparcia	Dyskretne	
h	160	mm
$k_{c,90}$	1,00	-
$f_{c,90,d}$	1,7	MPa
Sprawdzenie całkowite	0,29	-

Zginanie

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.1.6 i wzorem (6.11),(6.12)

$\sigma_{m,y,d}$	6,3	MPa
$k_{h,y}$	1,00	
$f_{m,y,d}$	16,6	MPa
$\sigma_{m,z,d}$	0,0	MPa
$k_{h,z}$	1,13	
$f_{m,z,d}$	18,8	MPa
k_m	0,70	

Sprawdzenie zgodności (6.11) = $0,38 + 0,00 = 0,38$ -

Sprawdzenie zgodności (6.12) = $0,26 + 0,00 = 0,26$ -

Ścinanie

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.1.7 i wzorem (6.13)

k_{cr}	0,67	
$\tau_{y,d}$	0,0	MPa
$\tau_{z,d}$	0,6	MPa
$f_{v,d}$	2,8	MPa
Sprawdzenie zgodności τ_y	0,00	-
Sprawdzenie zgodności τ_z	0,21	-
Sprawdzenie zgodności – Interakcja	0,05	-

Uwaga : Równanie interakcji zostało dodane jako NCCI.

Skrećanie

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.1.8 i wzorem (6.14)

$\tau_{tor,d}$	0,0	MPa
k_{shape}	1,10	
$f_{v,d}$	2,8	MPa
Sprawdzenie całkowite	0,00	-
Sprawdzenie zgodności – Ścinanie interakcyjne	0,05	-

Uwaga : Równanie interakcji zostało dodane jako NCCI.

Kombinacja siły osiowej i zginania

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.2.4 i wzorem (6.19),(6.20)

$f_{c,0,d}$	14,5	MPa
$f_{m,y,d}$	16,6	MPa
$f_{m,z,d}$	18,8	MPa
k_m	0,70	

Sprawdzenie zgodności (6.19) = $0,01 + 0,38 + 0,00 = 0,39$ -

Sprawdzenie zgodności (6.20) = $0,01 + 0,26 + 0,00 = 0,27$ -

Pręt spełnia warunki sprawdzenia przekroju.

...: SPRAWDZENIE STATECZNOŚCI ...

Słupy poddawane ściskaniu lub jednocześnie ściskaniu i zginaniu

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.3.2 i wzorem (6.23),(6.24)

Parametry wyboczenia	yy	zz	
Typ przesuwności	przesuwny	nieprzesuwny	
Długość systemowa L	3,876	0,500	m
Współczynnik wyboczenia k	1,00	0,92	
Długość wyboczeniowa Lcr	3,876	0,458	m
Smukłość λ	83,91	19,83	-
Smukłość względna λ	1,42	0,34	-
Smukłość graniczna	0,30	0,30	-
Niedoskonałość β_c	0,20	0,20	-
Współczynnik zmniejszający k _c	0,42	0,99	-

Sprawdzenie zgodności (6.23) = 0,25 + 0,38 + 0,00 = 0,63 -

Sprawdzenie zgodności (6.24) = 0,11 + 0,26 + 0,00 = 0,37 -

Belki poddawane zginaniu lub jednocześnie zginaniu i ściskaniu

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.3.3 i wzorem (6.33),(6.35)

Parametry zwirzenia		
Sprężysty moment krytyczny $M_{y,crit}$	164,17	kNm
Krytyczne naprężenie zginające $\sigma_{m,crit}$	481,0	MPa
Smukłość względna $\lambda_{rel,m}$	0,22	-
Współczynnik zmniejszający k _{crit}	1,00	-

Sprawdzenie zgodności (6.33) = 0,38 -

Sprawdzenie zgodności (6.35) = 0,14 + 0,11 = 0,25 -

Parametry $M_{y,crit}$		
G0,05	462,5	MPa
Długość zwirzenia L	0,500	m
L_{ef}/L	0,80	
Długość skuteczna L_{ef}	0,400	m
Wpływ pozycji obciążenia	brak wpływu	

Pręt spełnia warunki sprawdzenia stateczności.

Zestawienie wyteżenia elementów wieży nad segmentem mieszkalnym:

Belka	Przekrój poprzeczny	Materiał	Sprawdzenie całkowite [-]	Sprawdzenie przekroju [-]	Sprawdzenie stateczności [-]
B49	CS2 - PROST 80X160	C24 (EN 338)	0,27	0,15	0,27
B50	CS2 - PROST 80X160	C24 (EN 338)	0,37	0,23	0,37
B51	CS3 - PROST 80X100	C24 (EN 338)	0,08	0,08	0,00
B52	CS6 - PROST 100x160	C24 (EN 338)	0,41	0,37	0,41
B119	CS10 - PROST	C24 (EN 338)	0,04	0,03	0,04
B182	CS2 - PROST 80X160	C24 (EN 338)	0,63	0,39	0,63
B183	CS2 - PROST 80X160	C24 (EN 338)	0,63	0,39	0,63
B184	CS3 - PROST 80X100	C24 (EN 338)	0,17	0,17	0,00
B185	CS6 - PROST 100x160	C24 (EN 338)	0,73	0,66	0,73
B186	CS3 - PROST 80X100	C24 (EN 338)	0,25	0,06	0,25
B187	CS3 - PROST 80X100	C24 (EN 338)	0,26	0,06	0,26
B188	CS2 - PROST 80X160	C24 (EN 338)	0,62	0,38	0,62
B189	CS2 - PROST 80X160	C24 (EN 338)	0,62	0,38	0,62
B190	CS3 - PROST 80X100	C24 (EN 338)	0,15	0,15	0,00
B191	CS6 - PROST 100x160	C24 (EN 338)	0,73	0,66	0,73
B192	CS3 - PROST 80X100	C24 (EN 338)	0,25	0,06	0,25
B193	CS3 - PROST 80X100	C24 (EN 338)	0,27	0,06	0,27
B194	CS2 - PROST 80X160	C24 (EN 338)	0,59	0,36	0,59
B195	CS2 - PROST 80X160	C24 (EN 338)	0,59	0,36	0,59
B196	CS3 - PROST 80X100	C24 (EN 338)	0,15	0,15	0,00
B197	CS6 - PROST 100x160	C24 (EN 338)	0,73	0,66	0,73

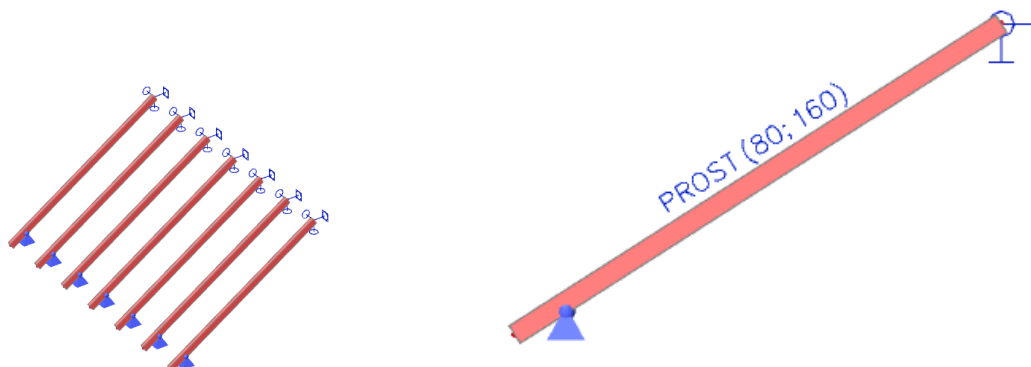
EKSPERTYZA TECHNICZNA
budynku dworu wraz z wozownią
na terenie Parku Duchackiego w Krakowie, dla Zarządu Zieleni Miejskiej w Krakowie

Belka	Przekrój poprzeczny	Materiał	Sprawdzenie całkowite [-]	Sprawdzenie przekroju [-]	Sprawdzenie stateczności [-]
B198	CS3 - PROST 80X100	C24 (EN 338)	0,24	0,05	0,24
B199	CS3 - PROST 80X100	C24 (EN 338)	0,26	0,05	0,26
B200	CS2 - PROST 80X160	C24 (EN 338)	0,60	0,36	0,60
B201	CS2 - PROST 80X160	C24 (EN 338)	0,60	0,36	0,60
B202	CS3 - PROST 80X100	C24 (EN 338)	0,15	0,15	0,00
B203	CS6 - PROST 100x160	C24 (EN 338)	0,73	0,66	0,73
B204	CS3 - PROST 80X100	C24 (EN 338)	0,24	0,05	0,24
B205	CS3 - PROST 80X100	C24 (EN 338)	0,26	0,05	0,26
B206	CS2 - PROST 80X160	C24 (EN 338)	0,60	0,36	0,60
B207	CS2 - PROST 80X160	C24 (EN 338)	0,60	0,36	0,60
B208	CS3 - PROST 80X100	C24 (EN 338)	0,15	0,15	0,00
B209	CS6 - PROST 100x160	C24 (EN 338)	0,73	0,66	0,73
B210	CS3 - PROST 80X100	C24 (EN 338)	0,24	0,05	0,24
B211	CS3 - PROST 80X100	C24 (EN 338)	0,26	0,05	0,26
B212	CS2 - PROST 80X160	C24 (EN 338)	0,60	0,36	0,60
B213	CS2 - PROST 80X160	C24 (EN 338)	0,60	0,36	0,60
B214	CS3 - PROST 80X100	C24 (EN 338)	0,15	0,15	0,00
B215	CS6 - PROST 100x160	C24 (EN 338)	0,73	0,66	0,73
B216	CS3 - PROST 80X100	C24 (EN 338)	0,24	0,05	0,24
B217	CS3 - PROST 80X100	C24 (EN 338)	0,26	0,05	0,26
B218	CS2 - PROST 80X160	C24 (EN 338)	0,60	0,36	0,60
B219	CS2 - PROST 80X160	C24 (EN 338)	0,60	0,36	0,60
B220	CS3 - PROST 80X100	C24 (EN 338)	0,15	0,15	0,00
B221	CS6 - PROST 100x160	C24 (EN 338)	0,73	0,66	0,73
B222	CS3 - PROST 80X100	C24 (EN 338)	0,24	0,05	0,24
B223	CS3 - PROST 80X100	C24 (EN 338)	0,26	0,05	0,26
B224	CS2 - PROST 80X160	C24 (EN 338)	0,60	0,36	0,60
B225	CS2 - PROST 80X160	C24 (EN 338)	0,60	0,36	0,60
B226	CS3 - PROST 80X100	C24 (EN 338)	0,15	0,15	0,00
B227	CS6 - PROST 100x160	C24 (EN 338)	0,73	0,66	0,73
B228	CS3 - PROST 80X100	C24 (EN 338)	0,24	0,05	0,24
B229	CS3 - PROST 80X100	C24 (EN 338)	0,26	0,05	0,26
B230	CS2 - PROST 80X160	C24 (EN 338)	0,59	0,36	0,59
B231	CS2 - PROST 80X160	C24 (EN 338)	0,59	0,36	0,59
B232	CS3 - PROST 80X100	C24 (EN 338)	0,15	0,15	0,00
B233	CS6 - PROST 100x160	C24 (EN 338)	0,73	0,66	0,73
B234	CS3 - PROST 80X100	C24 (EN 338)	0,24	0,05	0,24
B235	CS3 - PROST 80X100	C24 (EN 338)	0,26	0,05	0,26
B236	CS2 - PROST 80X160	C24 (EN 338)	0,62	0,38	0,62
B237	CS2 - PROST 80X160	C24 (EN 338)	0,62	0,38	0,62
B238	CS3 - PROST 80X100	C24 (EN 338)	0,15	0,15	0,00
B239	CS6 - PROST 100x160	C24 (EN 338)	0,73	0,66	0,73
B240	CS3 - PROST 80X100	C24 (EN 338)	0,24	0,06	0,24
B241	CS3 - PROST 80X100	C24 (EN 338)	0,27	0,06	0,27
B242	CS3 - PROST 80X100	C24 (EN 338)	0,12	0,05	0,12
B243	CS3 - PROST 80X100	C24 (EN 338)	0,15	0,03	0,15
B244	CS2 - PROST 80X160	C24 (EN 338)	0,62	0,39	0,62
B245	CS2 - PROST 80X160	C24 (EN 338)	0,60	0,36	0,60
B246	CS3 - PROST 80X100	C24 (EN 338)	0,17	0,17	0,00
B247	CS6 - PROST 100x160	C24 (EN 338)	0,73	0,66	0,73
B248	CS3 - PROST 80X100	C24 (EN 338)	0,24	0,05	0,24
B249	CS3 - PROST 80X100	C24 (EN 338)	0,28	0,06	0,28
B250	CS2 - PROST 80X160	C24 (EN 338)	0,28	0,13	0,28
B251	CS2 - PROST 80X160	C24 (EN 338)	0,28	0,13	0,28
B252	CS3 - PROST 80X100	C24 (EN 338)	0,11	0,11	0,00
B253	CS6 - PROST 100x160	C24 (EN 338)	0,73	0,66	0,73
B254	CS3 - PROST 80X100	C24 (EN 338)	0,12	0,04	0,12
B255	CS3 - PROST 80X100	C24 (EN 338)	0,12	0,04	0,12
B180	CS3 - PROST 80X100	C24 (EN 338)	0,01	0,01	0,00
B256	CS3 - PROST 80X100	C24 (EN 338)	0,01	0,01	0,00

8.3. Wieżba nad segmentem gospodarczym

Wieżba zbudowana z wiązarów wieszakowych z przekrojów o wymiarach:

- krokwie – 8cm x 16cm



Wykresy sił przekrojowych dla najbardziej wyężonej krokwi:

Momenty zginające M_y [kNm]:

Siły wewnętrzne 1D

Wartości: M_y

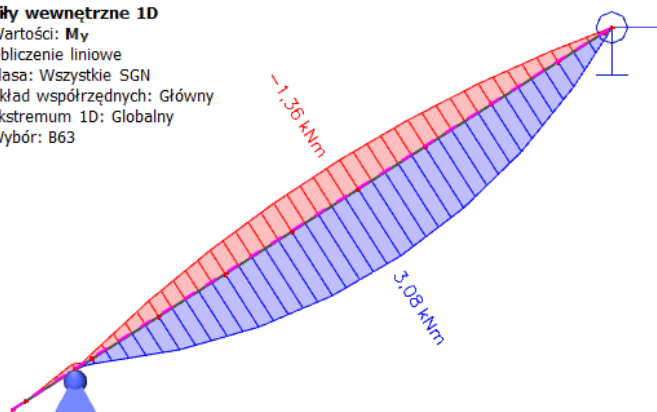
Obliczenie liniowe

Klasa: Wszystkie SGN

Układ współrzędnych: Główny

Ekstremum 1D: Globalny

Wybór: B63



Siły ścinające V_z [kN]:

Siły wewnętrzne 1D

Wartości: V_z

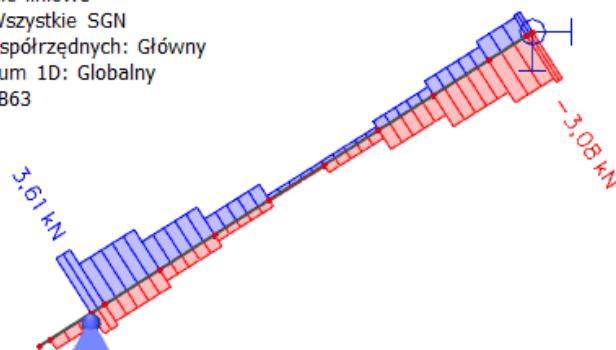
Obliczenie liniowe

Klasa: Wszystkie SGN

Układ współrzędnych: Główny

Ekstremum 1D: Globalny

Wybór: B63



Siły ściskające N [kN]:

Siły wewnętrzne 1D

Wartości: **N**

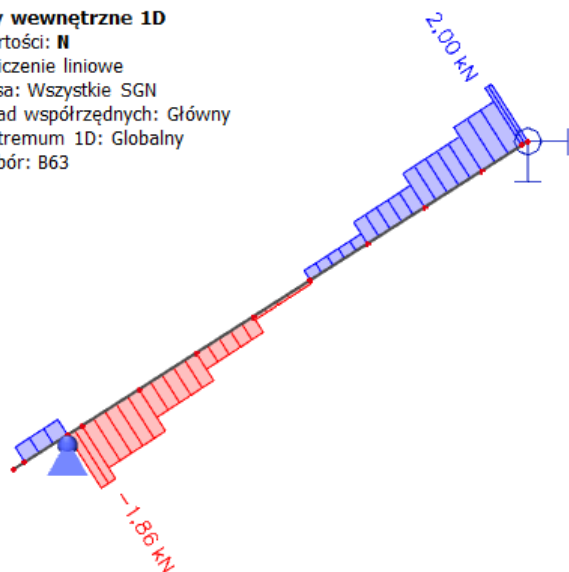
Obliczenie liniowe

Klasa: Wszystkie SGN

Układ współrzędnych: Główny

Ekstremum 1D: Globalny

Wybór: B63



Sprawdzenie Stanu Granicznego nośności dla najbardziej wyężonej krokwi:

Sprawdzenie wg normy EN 1995-1-1

Belka B63	4,504 m	CS2 - PROST 80X160 (80; 160)	C24 (EN 338)	Wszystkie SGN	0,55 -
------------------	----------------	---	---------------------	----------------------	---------------

Dane podstawowe	
Częściowy współczynnik bezpieczeństwa γ_M dla drewna litego	1,30

Dane o materiale		
Zginanie (f_m, k)	24,0	MPa
Rozciąganie ($f_t, 0, k$)	14,5	MPa
Rozciąganie ($f_t, 90, k$)	0,4	MPa
Ściskanie ($f_c, 0, k$)	21,0	MPa
Ściskanie ($f_c, 90, k$)	2,5	MPa
Ścinanie (f_v, k)	4,0	MPa
Rodzaj drewna	Bryła	

Sprawdzenie krytyczne jest na pozycji **2,600 m**.

Siły wewnętrzne		
NEd	0,33	kN
Vy,Ed	0,00	kN
Vz,Ed	-0,50	kN
TEd	0,00	kNm
My,Ed	3,08	kNm
Mz,Ed	0,00	kNm

Współczynnik modyfikacji	
Klasa użytkowania	1
Czas trwania obciążenia	Krótkotrwałe
Współczynnik modyfikacji k_{mod}	0,90

...: SPRAWDZENIE PRZEKROJU ...

Rozciąganie równoległe do włókien

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.1.2 i wzorem (6.1)

$\sigma_{t,0,d}$	0,0	MPa
kh	1,00	
$f_{t,0,d}$	10,0	MPa
Sprawdzenie całkowite	0,00	-

Ściskanie prostopadłe do włókien

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.1.5 i wzorem (6.3)

$F_{c,90,d}$	0,74	kN
l	100	mm
l_{ef}	160	mm
b	80	mm
A_{ef}	12800	mm ²
$\sigma_{c,90,d}$	0,1	MPa
Warunek podparcia	Dyskretne	
h	160	mm
$k_{c,90}$	1,50	-
$f_{c,90,d}$	1,7	MPa
Sprawdzenie całkowite	0,02	-

Zginanie

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.1.6 i wzorem (6.11),(6.12)

$\sigma_{m,y,d}$	9,0	MPa
$k_{h,y}$	1,00	
$f_{m,y,d}$	16,6	MPa
$\sigma_{m,z,d}$	0,0	MPa
$k_{h,z}$	1,13	
$f_{m,z,d}$	18,8	MPa
k_m	0,70	

Sprawdzenie zgodności (6.11) = 0,54 + 0,00 = 0,54 -

Sprawdzenie zgodności (6.12) = 0,38 + 0,00 = 0,38 -

Ścinanie

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.1.7 i wzorem (6.13)

k_{cr}	0,67	
$\tau_{y,d}$	0,0	MPa
$\tau_{z,d}$	0,1	MPa
$f_{v,d}$	2,8	MPa
Sprawdzenie zgodności τ_y	0,00	-
Sprawdzenie zgodności τ_z	0,03	-
Sprawdzenie zgodności – Interakcja	0,00	-

Uwaga : Równanie interakcji zostało dodane jako NCCI.

Kombinacja zginania i rozciągania osiowego

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.2.3 i wzorem (6.17),(6.18)

$f_{t,0,d}$	10,0	MPa
$f_{m,y,d}$	16,6	MPa
$f_{m,z,d}$	18,8	MPa
k_m	0,70	

Sprawdzenie zgodności (6.17) = 0,00 + 0,54 + 0,00 = 0,55 -

Sprawdzenie zgodności (6.18) = 0,00 + 0,38 + 0,00 = 0,38 -

Pręt spełnia warunki sprawdzenia przekroju.

...: SPRAWDZENIE STATECZNOŚCI ...

Belki poddawane zginaniu lub jednocześnie zginaniu i ściskaniu

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.3.3 i wzorem (6.33),(6.35)

Parametry zwężenia		
Sprężysty moment krytyczny $M_{y,crit}$	131,34	kNm
Krytyczne naprężenie zginające $\sigma_{m,crit}$	384,8	MPa
Smukłość względna $\lambda_{rel,m}$	0,25	-
Współczynnik zmniejszający k_{crit}	1,00	-

Sprawdzenie zgodności (6.33) = 0,54 -

Parametry $M_{y,crit}$		
G0,05	462,5	MPa
Długość zwężenia L	0,500	m
Lef/L	1,00	
Długość skuteczna Lef	0,500	m
Wpływ pozycji obciążenia	brak wpływu	

Pręt spełnia warunki sprawdzenia stateczności.

Zestawienie wyężenia elementów więźby nad segmentem mieszkalnym:

Belka	Przekrój poprzeczny	Materiał	Sprawdzenie całkowite [-]	Sprawdzenie przekroju [-]	Sprawdzenie stateczności [-]
B53	CS2 - PROST 80X160	C24 (EN 338)	0,40	0,40	0,39
B55	CS2 - PROST 80X160	C24 (EN 338)	0,52	0,52	0,51
B57	CS2 - PROST 80X160	C24 (EN 338)	0,50	0,50	0,50
B59	CS2 - PROST 80X160	C24 (EN 338)	0,49	0,49	0,49
B61	CS2 - PROST 80X160	C24 (EN 338)	0,51	0,51	0,51
B63	CS2 - PROST 80X160	C24 (EN 338)	0,55	0,55	0,54
B65	CS2 - PROST 80X160	C24 (EN 338)	0,38	0,38	0,37

9. Spis rysunków

KE-01 Rzut więźby dachowej – zabezpieczenie po pożarze

KE-02 Przekroje przez więźbę – zabezpieczenie po pożarze