



55-093 KIEŁCZÓW, ul. Wiosenna 16, tel. (071) 399 07 19
fax (071) 398 83 56, e-mail: zioberski@zioberski.com.pl
www.zioberski.com.pl

Zleceniodawca:

**Opera Wrocławska
ul. Świdnicka 35
50-066 Wrocław**

Obiekt:

**Opera Wrocławska studnia sceniczna –
strop technologiczny i piwnice.**

Temat:

**Ocena możliwości zamiany sztankietów o napę-
dzie ręcznym na napęd elektryczny wraz ze
zwiększeniem ich nośności oraz zastosowania
mobilnych wciągarek na stropie technicznym.
Sprawdzające obliczenia statyczne - wytrzyma-
łościowe stropu technicznego Opery Wrocław-
skiej.**

Autorzy:

mgr inż. Anna Kasperkiewicz

Anne Kasperkiewicz

mgr inż. Jan Lech Zioberski

mgr inż. Jan Lech ZIOBERSKI

upr. bud. nr 165/83/WBPP 828 84/UW
upr. konserw. 26/95 PSOZ-Wr



Wrocław/ Kiełczów , wrzesień 2016

Zawartość opracowania:

1.	Zaświadczenie o przynależności do Izby Inżynierów Budownictwa	3
1.	Uprawnienia wykonawcze	4
2.	Uprawnienia projektowe	5
3.	Uprawnienia wykonawcze konserwatorskie	6
4.	1. Podstawa opracowania	7
5.	2. Cel i zakres opracowania	7
6.	3. Opis techniczny – przedmiot opracowania	8
7.	4. Informacje ogólne, przyjęte oznaczenia	9
8.	5. Założenia do obliczeń	10
9.	6. Obciążenia	11
10.	7. Obliczenia	12
11.	8. Wnioski	12
12.	9. Zalecenia	12

Załącznik Nr 1

Obliczenia statyczno-wytrzymałościowe dla części I - dot. wciągarek mobilnych na stropie.

Załącznik Nr 2

Obliczenia statyczno-wytrzymałościowe dla części II A – dot. mocowania napędów elektrycznych.

Załącznik Nr 3

Obliczenia statyczno-wytrzymałościowe dla części II B – dot. zwiększenia nośności sztankietów.

Załącznik Nr 4

Obliczenia statyczno-wytrzymałościowe kratownic głównych WK

Załącznik Nr 5

Rysunki

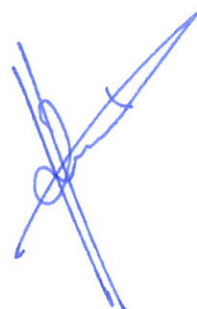
Rys. nr A01 – Rzut dachu

Rys. nr A02 – Rzut rusztów stalowych

Rys. nr A03 – Rzut pomostów

Rys. nr A04 – Rozmieszczenie kół stalowych na rusztach

Rys. nr A05 – Wiązar kratowy WK2





P O L S K A
I Z B A
I N Ż Y N I E R Ó W
B U D O W N I C T W A

Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

DOŚ-SEG-D2S-CS1 *

Pan Jan Lech Zioberski o numerze ewidencyjnym DOŚ/BO/2521/01

adres zamieszkania ul. Wiosenna 16, 55-093 Kiełczów

jest członkiem Dolnośląskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.

Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2016-01-01 do 2016-12-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2015-12-15 roku przez:

Eugeniusz Hotała, Przewodniczący Rady Dolnośląskiej 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.

Urząd Województwa Wrocławskiego
i Miasta Wrocławia
Wrocław, pl. Powstańców Warszawy 1

Wrocław, dnia 9.06. 19 83

Nr 165/83/WBPP

DECYZJA

O STWIERDZENIU PRZYGOTOWANIA ZAWODOWEGO

do pełnienia samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie

Na podstawie § 5 ust. 1, § 7. § 6 ust. 1 i 3 i § 13 ust. 1 pkt 2 lit. -
rozporządzenia Ministra Gospodarki Terenowej i Ochrony Środowiska z dnia 20 lutego 1975 r. w spra-
wie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (Dz.U. Nr 8, poz. 46) stwierdza się że:

Obywatel(ka) Jan Lech Z I O B E R S K I
(imię i nazwisko)
magister inżynier budownictwa
(tytuł zawodowy - zawód)
urodzony(ą) dnia 23 czerwca 1952 r. w e Wrocławiu
pośiada przygotowanie zawodowe upoważniające do wykonywania samodzielnej funkcji
kierownika budowy i robót
(rodzaj funkcji)
w specjalności konstrukcyjno - budowlanej
(podzaj specjalności technicznej-budowlanej)
w zakresie
(specjalizacja zawodowa)

Obywatel(ka) Jan Lech Zioberski jest upoważniony(ą) do:
(imię i nazwisko)

1. do kierowania, nadzorowania i kontrolowania budowy i robót, kierowa-
nia i kontrolowania wytwarzania konstrukcyjnych elementów budowlanych
oraz oceniania i badania stanu technicznego w zakresie wszelkich
budynków oraz innych budowli, z wyłączeniem linii, węzłów i stacji
kolejowych, mostów, budowli hydrotechnicznych i wodnomelioracyjnych,
2. do sporządzania w budownictwie osób fizycznych projektów w zakresie
rozwiązań konstrukcyjno-budowlanych wszelkich budynków i budowli,
3. do sporządzania w budownictwie osób fizycznych projektów w zakresie
rozwiązań architektonicznych:
a/ budynków inwentarskich i gospodarczych, adaptacji projektów typo-
wych i powtarzalnych innych budynków oraz sporządzania planów
zagospodarowania działki związanych z realizacją tych budynków,
b/ budowli nie będących budynkami.

Otrzymuje:

mgr inż. Jan Zioberski
ul. Ściegiennego 3 m 5
51-683 Wrocław



m. p.

(podpis i pieczęć)

WZ/Grot. Legn. 803/1500/82. 1500 str. A4.

Wrocław, dnia 14. XII. 1994 r.

URZĄD WOJEWÓDZKI WE WROCŁAWIU
WYDZIAŁ GOSPODARKI PRZESTRZENNEJ
pł. Powstańców Warszawy 1

Nr 828/94/UH

DECYZJA

O STWIERDZENIU PRZYGOTOWANIA ZAWODOWEGO

do pełnienia samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie

Na podstawie § 2 ust. 1, pkt. 1, § 4, ust. 2.

i § 13, ust. 1, pkt 2, lit. - rozporządzenia Ministra Gospodarki Terenowej i Ochrony Środowiska z dnia 20 lutego 1975 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (Dz. U. Nr 8, poz. 46 z późniejszymi zmianami)

stwierdza się, że:

Obywatel(ka) Jan Lech Z I O B E R S K I
Imię i nazwisko

magister inżynier budownictwa
tytuł naukowy - zawodowy

urodzony(a) dnia 23 czerwca 1952 r. w e Wrocławiu

posiada przygotowanie zawodowe uprawniające do wykonania samodzielnej funkcji

projektanta
nazwa i funkcja

w specjalności konstrukcyjno-budowlanej
branża i specjalności techniczne-budowlanej

w zakresie

specjalizacja zawodowa

Obywatel(ka) Jan Lech Zioberski
Imię i nazwisko

jest upoważniony(a) do

1. do sporządzania projektów w zakresie rozwiązań konstrukcyjno - budowlanych budynków oraz innych budowli, - z wyłączeniem linii, węzłów i stacji kolejowych, dróg, nawierzchni lotniskowych, mostów, budowli hydrotechnicznych i melioracji wodnych,

2. Kierowania, nadzorowania i kontrolowania budowy oraz do oceniania i badania stanu technicznego obiektów budowlanych w budownictwie jednorodnym, zagrodowym, oraz innych budynków o kubaturze do 1000m³.

Otrzymuje :

mgr inż. Jan Zioberski
ul. Ściegiennego 3/5
51-683 Wrocław

Z UP. WOJWODY
ZAD. ARCHITEKTURA I PROJEKTOWANIE
I INŻYNIERIA
mgr inż. Jan Zioberski
ul. Ściegiennego 3/5



podpis i pieczęć

**PAŃSTWOWA SŁUŻBA
OCHRONY ZABYTEKÓW**

Oddział Wojewódzki
we Wrocławiu
50-156 Wrocław, ul. Bernardyńska 5
tel. 44-38-92

L.dz. PSOZ-Wr/WKZU-071/952/95

Wrocław, dnia 20.06.1995

ZASWIADCZENIE nr 26/95

Na podstawie art. 217 paragraf 2 pkt 2 kodeksu postępowania administracyjnego i paragrafów18..... i 20 rozporządzenia Ministra Kultury i Sztuki z dnia 11 stycznia 1994 r. o zasadach i trybie udzielania zezwoleń na prowadzenie prac konserwatorskich przy zabytkach oraz prac archeologicznych i wykopaliskowych, warunkach ich prowadzenia i kwalifikacjach osób, które mają prawo prowadzenia tej działalności (Dz.U. nr 16, poz. 55) stwierdzam, że:

Pan (i) JAN LECH ZIOBERSKI
tytuł naukowy (zawodowy) magister inżynier budownictwa
urodzony (a) 23 czerwca 1952 r. we Wrocławiu
zamieszkały (a) ul. Sciegiennego 3/5
51-683 Wrocław
posiada kwalifikacje w zakresie prowadzenia i nadzorowania robót budowlano-
konserwatorskich przy zabytkach nieruchomych.

Niniejsze zaświadczenie nie zwalnia od obowiązku każdorazowego uzyskania zezwolenia Wojewódzkiego Konserwatora Zabytków na prowadzenie prac przy zabytkach, określonego przepisami powołanego wyżej rozporządzenia.
Kopię zaświadczenia składa się do akt znajdujących się przy rejestrze wydanych zaświadczeń o kwalifikacjach.

Zaświadczenie wydaje się na wniosek zainteresowanego.

Otrzymuje:

Jan Lech Zioberski
zam. ul. Sciegiennego 3/5
51-683 Wrocław

z up. Wojewódzkiego Konserwatora Zabytków

mgr Maria Brankowska
st. inspektor wojewódzki

JO/MH

Opłate skarbową w wysokości
30.000 zł. skamowano na wniosek.

20.06.1995
Jan Lech Zioberski

1. Podstawa opracowania

Formalną podstawą opracowania jest Umowa zawarta w dniu 18.07.2016 z Operą Wrocławską pn. „UMOWA O WYKONANIE EKSPERTYZY STROPU TECHNICZNEGO”, natomiast podstawę merytoryczną stanowią:

- 1.1. Pomiary inwentaryzacyjne dokonane w sierpniu i wrześniu 2016r.
- 1.2. Udostępniona dokumentacja projektowa remontu i odbudowy Opery Wrocławskiej – materiały archiwalne:
 - a) Opera Wrocławska – Modernizacja, Dach nad sceną, Konstrukcja, Projekt wykonawczy, projekt autorstwa Pracowni usług architektonicznych Stowarzyszenie Architektów Polskich, 04.1997r. – nr egz. arch. 53 B,
 - b) Opera Wrocławska – Modernizacja, Budynek Główny, Technologia sceny, Projekt budowlany, projekt autorstwa Pracowni usług architektonicznych Stowarzyszenie Architektów Polskich, 04.1997r. – nr egz. arch. 4/15,
- 1.3. Analiza opracowania pt.: Ekspertyza statyczno-wytrzymałościowa stropu Opery Wrocławskiej, pod kątem wyważenia mostu horyzontowo – kontrowego, niezbędnej do przygotowania premiery spektaklu „Opowieści Hoffmanna”, wykonana przez mgr inż. Jan Lech Zioberski, październik 2009.
- 1.4. Informacje uzyskane od użytkownika, udzielone wyjaśnienia oraz wizje lokalne dokonane przez autorów niniejszego opracowania.
- 1.5. Analiza opracowania pt.: Modernizacja układu sterowania napędów elektrycznych (etap II). Wymiana napędów 11 sztankietów ręcznych na napędy elektryczne, wykonane przez: inż. Halina Nowacka, mgr inż. Rafał Świderek, inż. Jarosław Pluta, MIKOR lipiec – sierpień 2016r.
- 1.6. Analiza dokumentacji archiwalnej i inwentaryzacyjnej oraz analiza wykonanych obliczeń statyczno – wytrzymałościowych.

2. Cel i zakres opracowania

Zasadniczym celem opracowania jest sprawdzenie możliwości zamiany napędów i zwiększenia nośności sztankietów nr: 7, 11, 16, 20, 24, 26, 28, 31, 34, 37 i 40. Oprócz zamiany napędów ręcznych sztankietów na napędy elektryczne sztankietów, przewiduje się zwiększenie nośności sztankietów z 250 kg/sztankiet na 400 kg/sztankiet – łącznie 11 sztankietów.

Ponadto Inwestor planuje wprowadzenie 2 szt. wciągarek mobilnych o nośności 250 kg każda oraz 2 szt. wciągarek mobilnych o nośności 500 kg każda. Wg informacji uzyskanej od Zamawiającego/Inwestora – wybrany model wciągarki i przekazany materiał informacyjny (w załączeniu), masa wciągarki o udźwigu 250 kg wynosi 200 kg, natomiast masa wciągarki o udźwigu 500 kg wynosi 260 kg. Są to Mobilne sztankiety punktowe typu Gideon SP 250 i Gideon SP 500.

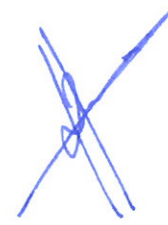
Opracowanie dot. zamiany napędów i zwiększenia nośności obejmuje rozpatrzenie możliwości zastosowania, wyboru lokalizacji i sposobu mocowania nowych napędów elektrycznych oraz ocena – obliczenia wytrzymałości stropu technicznego i wyłączenia głównej konstrukcji nośnej co jest związane ze zwiększeniem udźwigu sztankietów o numerach jak wyżej.

Odrębnym zagadnieniem jest wyłączenia paneli stropu technologicznego w związku planowanym zastosowaniem mobilnych wciągarek o punktowym obciążeniu i w konsekwencji przeniesienia obciążenia na pasy dolne kratowych dźwigarów głównych.

W związku z powyższym zadaniem, opracowanie składa się z części, I cz. obejmuje problematykę zastosowania mobilnych wciągarek typu Gideon SP 250 i SP 500 – por. Zał. Nr 1. Natomiast cz. II dotyczy sztankietów i obejmuje zakres mocowania napędów elektrycznych – cz. II A – por. Zał. Nr 2 i cz. II B dotyczy zwiększenia nośności sztankietów – por. Zał. Br 3 oraz obliczenia kratownic głównych WK – por. Zał. Nr 4. Zał. Nr 5 zawiera rysunki nr A01-A05, na rys nr A04 oznaczono sztankiety, które mają zwiększoną nośność (z 250 kg do 400 kg) i napęd ulega zamianie ręcznego na elektryczny.

3. Opis techniczny – przedmiot opracowania

- 3.1.** Most portalowy jest to zmodernizowana konstrukcja istniejącego mostu portalowego pokryta blachą. Modernizacja polegała na dostosowaniu konstrukcji do potrzeb obecnej aparatury oświetlenia technologicznego sceny oraz do poszerzenia okna scenicznego. Nośność użytkowa mostu 1500kg. Skok od 0,6m do 8m. Napęd są elektryczne o stałej prędkości ruchu wynoszącej 10cm/sek. Sterowanie pulpitu z napędów. Ciężar konstrukcji mostu wynosi 3600kg na podstawie opracowania wykonanego przez Przedsiębiorstwo Specjalistyczne TEART z czerwca 2001r. pn: Mosty świetlne – most portalowy.
- 3.2.** Most II – konstrukcja tego ażurowego mostu jest poprowadzona po specjalnych prowadnicach umocowanych do prawych i lewych galerii roboczych. Most o szerokości 90 cm jest poszerzony odbojem zamocowanym w odległości 30 cm (od strony horyzontu) zabezpieczającym wystające poza obraz mostu projektory. Wejścia na most są na galeriach zamknięte samoopadającymi barierkami. Nośność użytkowa mostu 1500kg, skok 0,6m do 11,8m. Napęd mostu elektryczny o stałej prędkości ruchu wynoszący 15cm/sek. Sterowanie z pulpitu napędów. Dostęp obsługi na ten most jak dostęp na most portalowy i most horyzontowo-kontrowy usprawnia obsługę aparatów oświetlenia sceny oraz zwiększa stopień ich wykorzystania. Pod mostem możliwe jest podwieszenie czterech wciągarek o udźwigu do 50kg. Ciężar konstrukcji mostu wynosi 4914kg na podstawie opracowania wykonanego przez Przedsiębiorstwo Specjalistyczne TEART z czerwca 2001r. pn: Mosty świetlne – most II, most horyzontowo-kontrowy, sofit. Do obliczeń przyjęto ciężar równy 5000kg.
- 3.3.** Most horyzontowo-kontrowy o wymiarach 18,9 m x 0,8 m x 3,45 m (długość x szerokość x wysokość) skonstruowany z profili stalowych (głównie L 70x50x6) z dwoma koszami kablowymi zawieszony jest na 12 linach ϕ 10 mm – 12 kół nośnych i 2 koła zbiorcze. Ciężar konstrukcji mostu wg archiwalnej dokumentacji projektowej wynosi 1732,62 kg, ciężar wyposażenia (reflektory, okablowanie) – 1483,0 kg.
- 3.4.** Sztankiety z napędem ręcznym – obecnie 24 szt - o nośności użytkowej 250,0 kg, długość 16,5 m z możliwością przedłużania teleskopami 2 x 1,0 m, sztankiet wykonany jest z rur prostokątnych 80 x 40 x 3 – ciężar własny: 5,29 kg/mb, ciężar całkowity 97,87 kg. Sztankiet nr 42 jest o długości 15,8 m + 2 x 1,0 m



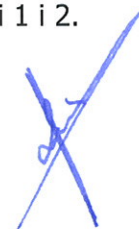
- 3.5.** Sztankiety z napędem elektrycznym – obecnie 18 szt - o nośności użytkowej 400,0 kg każdy, długość 24,0 m z możliwością przedłużania teleskopami 2 x 1,0 m, sztankiet wykonany jest z rur prostokątnych 80 x 40 x 3 – ciężar własny: 5,29 kg/mb, ciężar całkowity 137,54 kg.
- 3.6.** Sztankiety łukowe – obecnie 2 szt - o nośności użytkowej 600,00 kg każdy, długość 24,0 m z możliwością przedłużania teleskopami 2 x 1,0 m, sztankiet wykonany jest z rur prostokątnych 80 x 40 x 3 – ciężar własny: 5,29 kg/mb, ciężar całkowity 137,54 kg.
- 3.7.** Sztankiety łamane – obecnie 8 szt – o nośności użytkowej 150,0 kg każdy, równoległe do ścian bocznych, przyjęto dane jak dla sztankietów ręcznych.
- 3.8.** Wciągarki mobilne – 4 szt, Inwestor wybrał wciągarki typu Gideon SP, 2 szt Gideon SP 250 o masie 220,0 kg i udźwigu 250,0 kg oraz 2 szt Gideon SP 500 o masie 280,0 kg i udźwigu 500,0 kg, karta techn. w załączeniu. Wciągarki umieszczone są w ramie zaopatrzonej w kółka ułatwiające transport – pozycja „pionowa”, a na czas pracy – pozycja pracy, są kładzione „poziomo”. Wymiary ramy w pozycji pracy wynoszą: dług. x szerok. = $a \times b = 698 \text{ mm} \times 1146 \text{ mm}$.
- 3.9.** Inwentaryzacja
Podstawą analiz statyczno – wytrzymałościowych były pomiary inwentaryzacyjne podstawowych elementów konstrukcyjnych m.in. dźwigary kratowe, konstrukcje rusztów, konstrukcja stropów itp. Pomiary inwentaryzacyjne wykazały rozbieżność stanu rzeczywistego z dokumentacją powykonawczą. Rozbieżności dotyczyły nie tylko geometrii – wymiarów, ale także założeń konstrukcyjnych np. belka C120 będąca konstrukcją wsporczą dla paneli, wyniku wycięcia jej fragmentów straciła swój walor konstrukcyjny i stanowi balast – dodatkowe obciążenie stropu.
- Do obliczeń przyjęto $L_1 = 426,0 \text{ cm}$ (rozstaw WK1 i WK2), $L_2 = 386,0 \text{ cm}$ (rozstaw WK2 i WK3), $L_3 = 415,0 \text{ cm}$ (rozstaw WK3 i WK4).

UWAGA: Różnice w podanych wymiarach liniowych wynikają z dokładności pomiarów, a przede wszystkim z faktu, że wymiary główne podano jako wymiary w osiach elementów, natomiast wymiary na schematach obliczeniowych usytuowania kół podano odmierzając od lica elementów – wymiary w „świecie”.

4. Informacje ogólne, przyjęte oznaczenia.

4.1. W opracowaniu przyjęto następujące oznaczenia:

1. WK np. WK 2 – wiązary kratowy w osi nr 2,
2. R 10 – ruszt nr 10 tj. układ dwóch profili stalowych (dla R 10 – 2xC260), na których osadzone są koła przewojowe elementów mechaniki sceny (np. sztankiety, mosty).
3. R 10 / WK 1 – WK 2 – belki rusztu 10 pomiędzy wiązarami kratowymi – osiami 1 i 2.

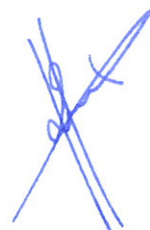
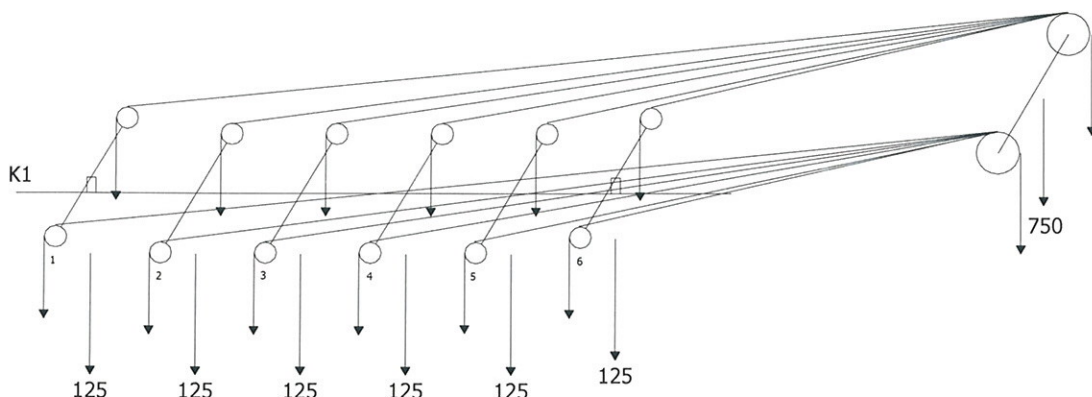


5. Założenia do obliczeń

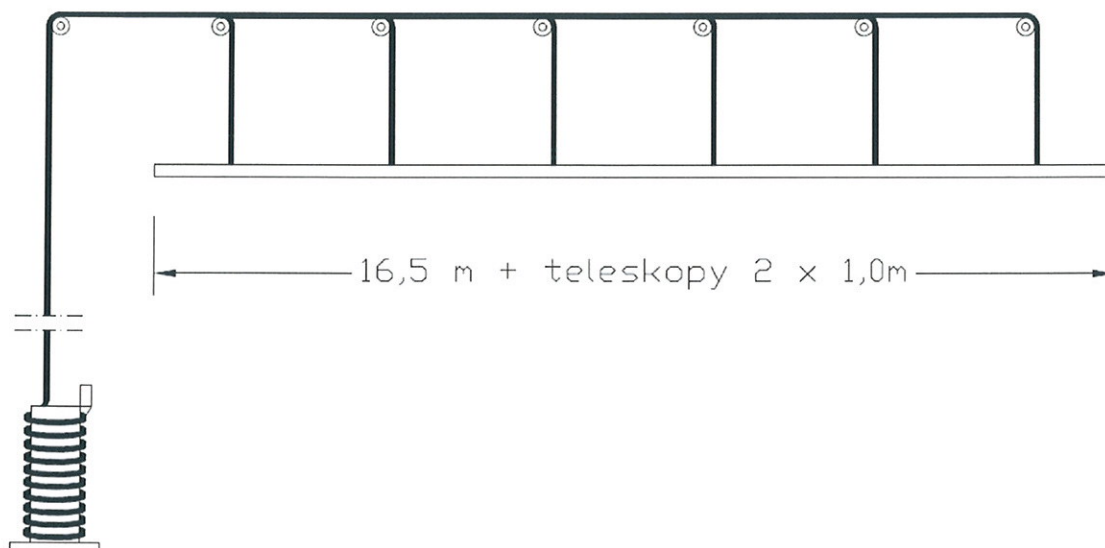
5.1. Jako obciążenie przyjęto ciężar własny urządzeń oraz nośność – udźwig urządzenia. Ze względu na możliwość przeciążenia o 25% przyjęto współczynnik zwiększający = 1,25, który uwzględnia również pracę dynamiczną urządzenia. Ponadto zwiększono ciężar o 10-20% uwzględniając przewody i inne drobne elementy, a wynik zaokrąglono „w górę” do pełnych 5kg. Obciążenia dla poszczególnych urządzeń wynoszą:

1. Most portalowy: ciężar całkowity – $1500,0 \times 1,25 + 3600,0 \times 1,1 = 5835$ kg, obciążenie na koło przewojowe – 500,00 kg.
2. Most II: ciężar całkowity – $1500,0 \times 1,25 + 5000,0 \times 1,1 +$ ciężar 4 szt. podwieszanych wciągarek + $4 \times 50,0 \times 1,25$ (udźwig każdej wciągarki), obciążenie na koło przewojowe – 640,00 kg.
3. Most horyzontowo-kontrowy: ciężar całkowity – $1483,0 \times 1,25 + 1732,6 \times 1,1 = 3759,61$ kg, przyjęto 3760 kg, obciążenie na koło przewojowe – 315 kg
4. Sztankiet ręczny: ciężar całkowity – $250,0 \times 1,25 + 97,87 \times 1,1 = 420,16$ kg, przyjęto 420,0 kg, obciążenie na koło przewojowe – 70,0 kg
5. Sztankiet elektryczny: ciężar całkowity – $400,0 \times 1,25 + 97,87 \times 1,1 = 607,66$ kg, przyjęto 610,0 kg, obciążenie na koło przewojowe – 100,0 kg
6. Sztankiet łukowy: ciężar całkowity – $600,0 \times 1,25 + 137,54 \times 1,1 = 901,29$ kg, przyjęto 900,0 kg, obciążenie na koło przewojowe – 150,0 kg
7. Sztankiet łamany: ciężar całkowity – $150,0 \times 1,25 + 97,87 \times 1,1 = 295,169$ kg, przyjęto 300,0 kg, obciążenie na koło przewojowe – 50,0 kg
8. Wciągarka Gideon SP 250: ciężar całkowity – $250,0 \times 1,25 + 220,0 \times 1,1 = 554,5$ kg, przyjęto 555 kg
9. Wciągarka Gideon SP 500: ciężar całkowity – $500,0 \times 1,25 + 280,0 \times 1,1 = 933$ kg, przyjęto 935 kg
10. Napęd elektryczny sztankietu (wciągarka elektryczna)

5.2. Schematem statycznym jest zawieszenie mostów na 12 linach w osiach WK, a sztankietów na 6 linach wg poniższego schematu.



Schemat kinematyczny mostu – 12 lin.



Schemat kinematyczny sztankietu – 6 lin.

- 5.3. Dokonano szczegółowej inwentaryzacji oraz obliczeń masy barier wokół otworów w stropie – przejście układu lin z kół nośnych i porównano z masą konstrukcji stropu.
- 5.4. Zasadniczym elementem konstrukcyjnym, który wybrano jako miarodajny jest dźwigar kratowy WK3 i dla tego elementu wykonano obliczenia statyczno-wytrzymałościowe. W obliczeniach uwzględniono wpływ sąsiednich pól tj. obciążenie od dachu, stropu i rusztów kół nośnych, kół przewojowych i obciążenie wciągarkami mobilnymi.– por. Zał. Nr 4.
- 5.5. Do obliczeń nośności paneli obciążonych mobilnymi wciągarkami przyjęto ich usytuowanie w środku rozpiętości panelu, natomiast do obliczeń kratownicy WK3 przyjęto lokalizację czterech wciągarek przy WK3 w środku rozpiętości – dwa schematy, por. Zał. Nr 4.

6. Obciążenia

Obliczenia statyczno-wytrzymałościowe zawiera Zał. Nr 4, w którym przedstawiono schematy obciążeń, wielkości obciążeń oraz wyniki – wielkość wyężenia.

1. Ciężar stropu. Ciężar barier na 1 m² wyciętego stropu wynosi 10,2 kg/m². Do obliczeń przyjęto 78,0 kg/m² = 0,78 kN/m² i pominięto ciężar barier, traktując strop jako pełny tzn. bez otworów.
2. Dach nad sceną. Do obliczeń przyjęto – 2,8 kN/ m²
3. Śnieg Q = 0,7 kN/m² x 1,5 = 1,05 kN/m²
4. Obciążenie liniowe płatwi (HEB-140)

$$q = 4,0 \text{ kN/m}^2 \times 3,0 \text{ m} = 12,0 \text{ kN/mb}$$
 obciążenie węzłów pasa górnego dźwigara WK2

$$VR = 24,74 \text{ kN} - \text{reakcja płatwi}$$
5. Obciążenia od sztankietów wg. Zał. Nr 3.

6. Ruszty kół – reakcje od sztankietów i mostów wg. Zał. Nr 3.

7. Obliczenia

Obliczenia wykonano dla dwóch podstawowych schematów por. Zał. Nr 4:

- obliczenia kratownicy WK3 pełnym układem obciążeń wg wykonanej inwentaryzacji,
- obliczenia wykonano wg teorii I rzędu w zakresie liniowo-sprężystym, a ciężary własne elementów np. belek rusztu program obliczeniowy uwzględnił automatycznie,
- obciążenia kratownicy WK3 – siły skupione – są reakcjami pojedynczych elementów np. rusztów obliczonych w pierwszym etapie obliczeń – por. Zał. Nr 3,
- wszystkie siły, oprócz obciążenia od paneli stropu, sprowadzono do sił osiowych występujących w kratownicy WK3, zasady sprowadzenia sił podano w p. 1.1 Załącznika Nr 5,
- obciążenia od paneli stropu technicznego, przyjęto jako obciążenie liniowe równomiernie rozłożone na pasie dolnym kratownicy – zginanie międzywęzłowe,
- wszystkie obliczenia wykonano zgodnie z PN-90/B-03200.

8. Wniosek ogólny.

Na podstawie przeprowadzonej analizy układu obciążeń oraz wykonanych obliczeń statyczno-wytrzymałościowych stwierdzam, że planowane zamierzenia tj. zastosowanie mobilnych wciągarek – dwóch o nośności po 500,0 kg i dwóch o nośności po 250,0 kg oraz zamiana w 11 sztankietach o numerach: 7, 11, 16, 20, 24, 26, 28, 31, 34, 37 i 40 napędów ręcznych na elektryczne wraz ze zwiększeniem ich nośności z 250,0 kg na 400,0 kg, są możliwe bez dodatkowych wzmocnień i zapewnia bezpieczne i sprawne użytkowanie w spektaklach.

9. Zalecenia

Pełne określenie nośności wszystkich istotnych elementów konstrukcyjnych będzie możliwe po uzupełnieniu – zakończeniu pełnej inwentaryzacji elementów konstrukcyjnych, dlatego zaleca się:

- 9.1. Wykonać pełną – dokończyć -inwentaryzację elementów konstrukcyjnych w studni scenicznej.



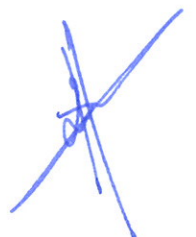
- 9.2. Wykonać pomiary i badania wytrzymałościowe wieńców i tzw. „poduszek” betonowych, na których oparte są dźwigary kratowe. Jest to szczególnie istotne ponieważ koła zbiorcze zamocowane są na dźwigarach, w strefie podpór, co powoduje występowanie relatywnie bardzo dużych reakcji podporowych.
- 9.3. Wykonać pomiary inwentaryzacyjne i obliczenia wytrzymałościowe konstrukcji prowadnic przeciwwag mocowanych do ścian.
- 9.4. Należy dokonać oceny stanu technicznego i nośności ścian nośnych, na których oparte są kratownice.
- 9.5. Wykonać pomiary inwentaryzacyjne i obliczenia wytrzymałościowe galerii podwieszanych oraz innych elementów mających wpływ na nośność dźwigarów głównych.
- 9.6. Dokonać inwentaryzacji i obliczeń połączeń spawanych elementów dźwigarów kratowych (węzłów).
- 9.7. Ze względu na częściowe wycięcie belek pomostowych – tj. przerwanie ich ciągłości – por. Rys. Nr A06 (belki [120]) należy wykonać szczegółową inwentaryzację i analizę statyczną – wytrzymałościową stropu z paneli blaszanych na poziomie „+23,40m”.

Wykonał:


mgr inż. Jan Lech ZIOBERSKI
upr. bud. nr 165/83/WBPP 828 84.UW
upr. konserw. 26/95 PSOZ-VW

Załącznik Nr 1

**Obliczenia statyczno-wytrzymałościowe dla części I - dot. wciągarek mobilnych
na stropie.**

A handwritten signature in blue ink, consisting of several overlapping loops and strokes, located in the bottom right corner of the page.

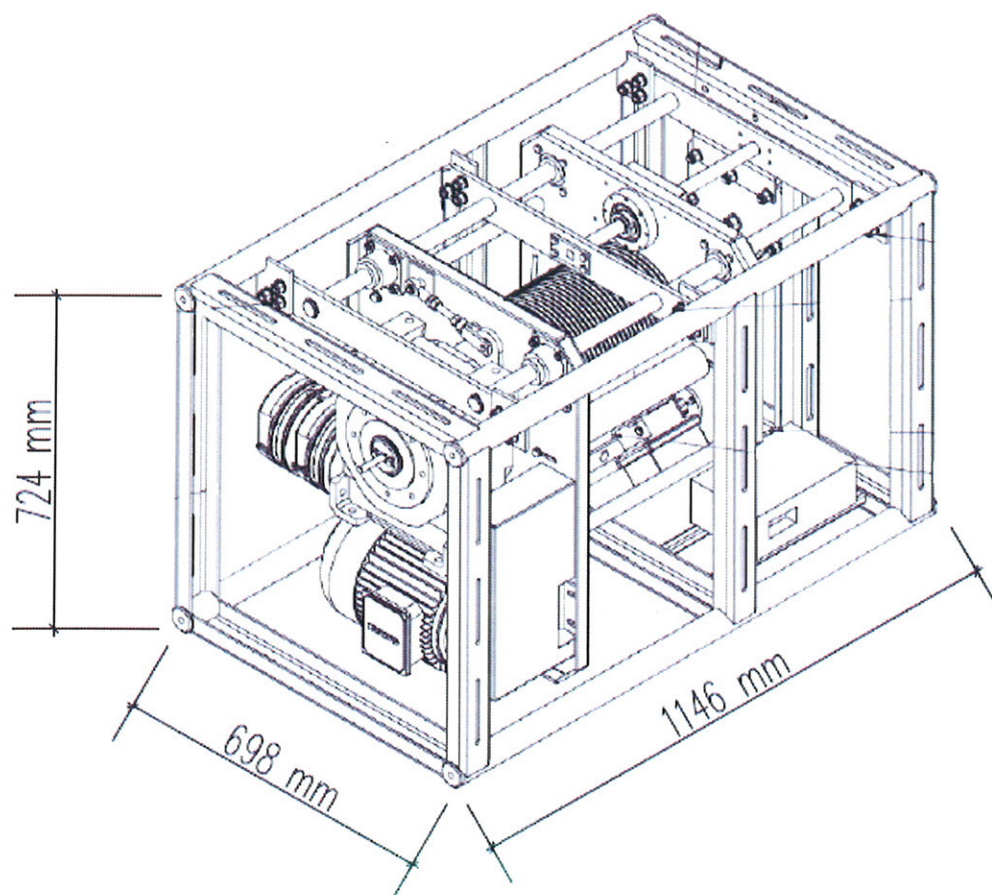
Załącznik Nr 1

Obliczenia statyczno-wytrzymałościowe dla części I

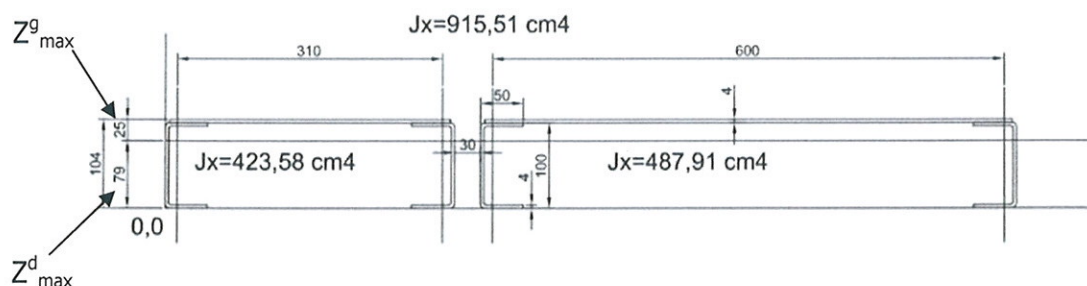
Specyfikacja wciągarki Gedeon SP 300:

Typ Maszyny	Gedeon SP 500
Zasilanie	3 x 400 VAC; 50 Hz
Moc zainstalowana	4 kW
Udźwig	500 kg
Liczba lin	1
Przełożenie przekładni	83
Średnica pojedynczej liny	D 8 mm
Prędkość robocza	0,0-0,2 m/s
Skok roboczy	25 m
Dopuszczalna wilgotność (względna)	35 - 85 % bez kondensacji
Temperatura pracy	Od + 10 do +35 °C
Masa napędu	280 kg
Poziom hałasu	Poniżej 70 dBA
Całkowita masa urządzenia	280 kg

Wymiary wciągarki:



Schemat przekroju przez panele na stropie technicznym



Przyjęto następujące obciążenia:

- masa wciągarki – 280 kg,
- nośność wciągarki – 500 kg.

Wartość siły $P = 280,0 \times 1,1 + 500,0 \times 1,25 = 933,0$ kg – przyjęto współczynnik 1,25 ze względu na możliwość przeciążenia

$$J_{x \text{ całk}} = J_{x1} + J_{x2} = 423,58 + 487,91 = 911,49 \text{ cm}^4$$

$$W_x^g = \frac{J_{x \text{ całk}}}{z_{\max}^g} = \frac{911,49 \text{ cm}^4}{2,5 \text{ cm}} = 364,6 \text{ cm}^3$$

$$M_{\max} = \frac{Pl}{4} = \frac{933,0 \text{ kg} \cdot 430,0 \text{ cm}}{4} = 100\,297,5 \text{ kg} \cdot \text{cm}$$

$$G_g = \frac{M_{\max}}{W_{xg}} = \frac{100\,297,5 \text{ kg} \cdot \text{cm}}{364,6 \text{ cm}^3} = 275,09 \text{ kg/cm}^2 < 2\,200 \text{ kg/cm}^2$$

$$W_x^d = \frac{J_{x \text{ całk}}}{z_{\max}^d} = \frac{911,49 \text{ cm}^4}{7,9 \text{ cm}} = 115,38 \text{ cm}^3$$

$$G_d = \frac{M_{\max}}{W_{xd}} = \frac{100\,297,5 \text{ kg} \cdot \text{cm}}{115,38 \text{ cm}^3} = 869,28 \text{ kg/cm}^2$$

Ostatecznie: wciągarka + obciążenie użytkowe

Obciążenie użytkowe przyjęto, że wokół wciągarki przebywają 4 osoby o przyjętej wadze 100 kg każdy.

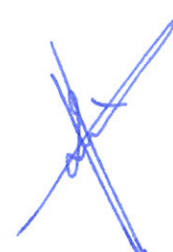
Dla uproszczenia obliczeń oraz zwiększenia bezpieczeństwa przyjęto, że wciągarka i ciężar 4 osób – $4 \times 100,0 \text{ kg} = 400,0 \text{ kg}$, wtedy:

$$M_{\max} = 0,25 \cdot (933 \text{ kg} + 400,0 \text{ kg}) \cdot 430,0 \text{ cm}$$

$$M_{\max} = 143\,297,5 \text{ kg} \cdot \text{cm}$$

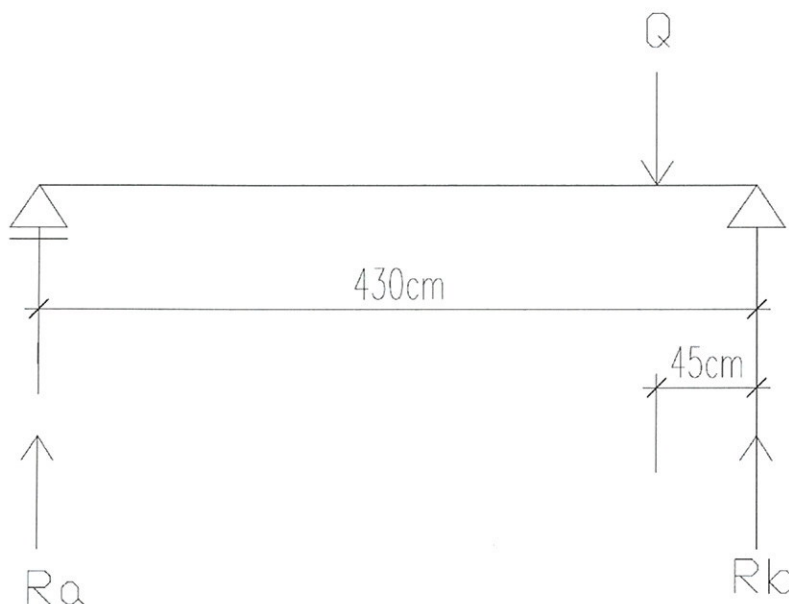
$$G_{\max} = \frac{M_{\max}}{W_{xd}} = \frac{143\,297,5 \text{ kg} \cdot \text{cm}}{115,38 \text{ cm}^3} = 1\,241,96 \text{ kg/cm}^2$$

$$G_{\max} = 1\,241,96 \text{ kg/cm}^2 < R_{sto} = 2\,200,0 \text{ kg/cm}^2$$



Ze względu na fakt, że wciągarki są mobilne, dla wytrzymałości paneli przyjęto obciążenia w środku rozpiętości paneli, natomiast dla sprawdzenia wyężenia kratownic dachowych, przyjęto obciążenie na skraju paneli – przy kratownicy. Uwzględniając wymiary wciągarki przyjęto odległość od kratownicy $x = 698,0\text{mm}/2 + 100,0\text{mm} = 449\text{mm} \sim 45\text{ cm}$

Ciężar Q (wciągarka + obsługa 4 osoby) – 1333,0kg



$$R_b = \frac{Q \cdot (4,30\text{m} - 0,45\text{m})}{4,3\text{m}} = \frac{1\,333,0\text{ kg} \cdot 3,85\text{m}}{4,3\text{m}} = 1\,193,5\text{kg} \sim 1,2\text{kN}$$

$$R_a = \frac{1\,333,0\text{kg} \cdot 0,45\text{m}}{4,3\text{m}} = 139,5\text{kg} \sim 0,14\text{kN}$$

$$M_{\max} = \frac{1\,333,0\text{kg} \cdot (430\text{cm} - 45\text{cm}) \cdot 45\text{cm}}{430\text{cm}} = 53\,707,5\text{ kgcm}$$

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{W_{xd}} = \frac{53\,707,5\text{ kgcm}}{115,38\text{cm}^3} = 465,5\text{kg/cm}^2$$

$$\sigma_{\max} = \frac{465,5\text{kg}}{\text{cm}^2} < R_{sto} = 2\,220,0\text{ kg/cm}^2$$

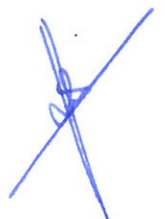
Dla obciążenia kratownicy przyjęto $R_b = 1\,200\text{ kg} = 1,2\text{ kN}$

mgr inż. Jan Lech ZIOBERSKI

upr. bud. nr 165/83/WBPP 828 84 UW
upr. konserw. 26/95 PSOZ-Wr

Załącznik Nr 2

Obliczenia statyczno-wytrzymałościowe dla części II A – dot. mocowania napędów elektrycznych. Raport HILTI dot. dobru kotwy.

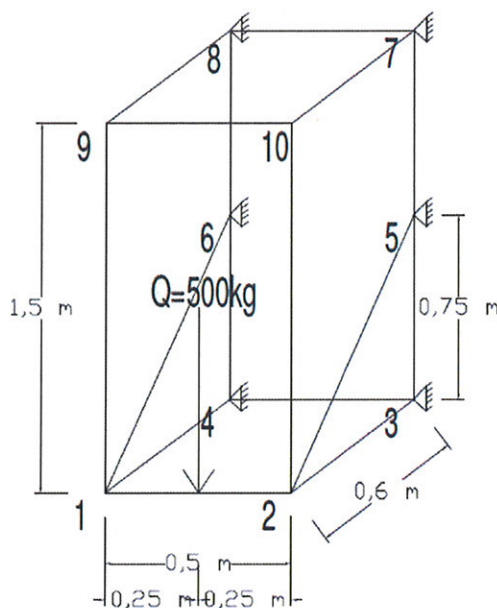
A handwritten blue 'X' mark, likely a signature or approval, located in the bottom right corner of the page.

Załącznik Nr 2

Obliczenia konstrukcji wsporczej dla jednej wciągarki w jednej klatce:

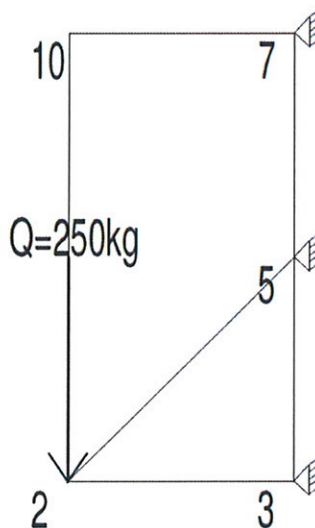
Przyjęte obciążenie 400kg zwiększone o 25% dla próby statycznej = 500 kg

Schemat statyczny całej konstrukcji wsporczej:



Do obliczeń przyjęto część konstrukcji najbardziej wyęzowaną, składającą się z węzłów 2, 3, 5, 7, 10. Do obliczeń przyjęto siłę skupioną w węźle 2 równą połowie zadanego obciążenia = 250 kg

Schemat do obliczeń:



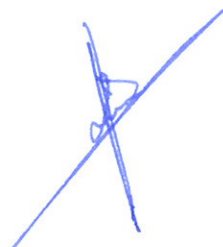
Pręt 2-3 : C 120, stal S235

Pręt 2-10: C 120, stal S235

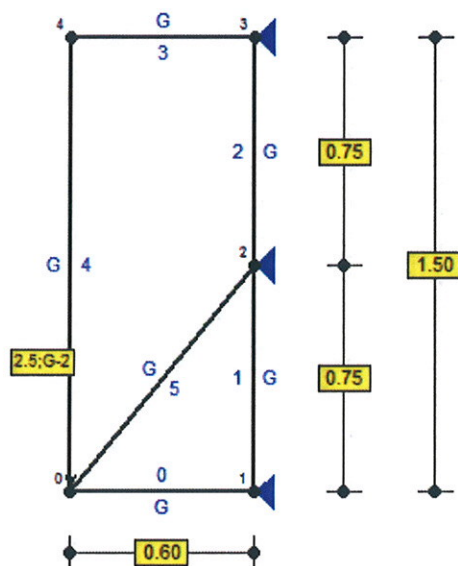
Pręt 10-7: C 120, stal S235

Pręt 7-3: C 120, stal S235

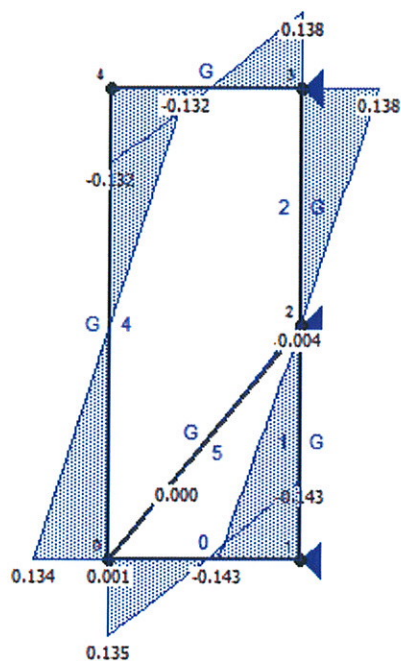
Pręt 2-5: kątownik 50x50x4, stal S235



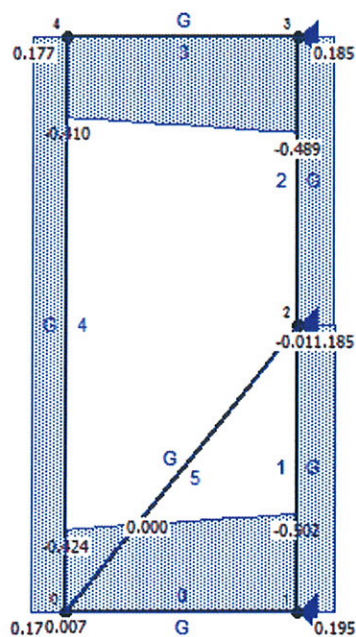
Obliczenia wykonano za pomocą programu do obliczeń statycznych:
Schemat:



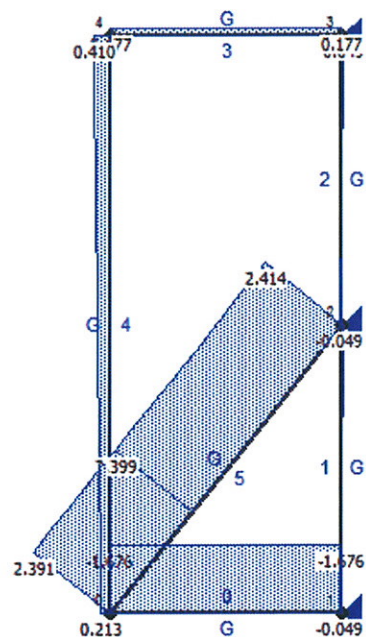
Wykres momentów



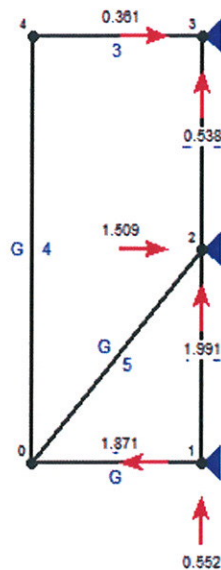
Wykres sił tnących



Wykres sił osiowych



Reakcje:



Maksymalny moment i siła osiowa dla pręta o profilu C120 (pręt 0-1):

$$M_{\max} = 0,14 \text{ kNm}$$

$$N_{\max} = 1,68 \text{ kN}$$

Maksymalny moment i siła osiowa dla pręta o profilu kątownik 50x50x4:

$$M_{\max} = 0,01 \text{ kNm}$$

$$N_{\max} = 2,41 \text{ kN}$$

Warunek nośności:

$$\frac{M}{W} + \frac{N}{A} \leq f_y$$

Dla C120 (pręt 0-1):

$$W_x = 60,7 \text{ cm}^3$$

$$A = 17 \text{ cm}^2$$

$$\frac{140 \text{ Nm}}{6,07 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3} + \frac{1680 \text{ N}}{1,7 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2} \leq 235\,000\,000 \text{ Pa}$$

$$3\,294\,660 \text{ Pa} \leq 235\,000\,000 \text{ Pa}$$

$$3 \text{ MPa} \leq 235 \text{ MPa} \text{ warunek spełniony}$$

Dla kątownika 50x50x4

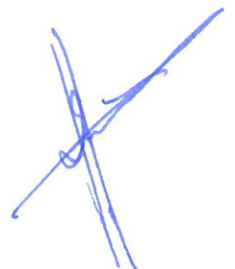
$$W_x = 2,49 \text{ cm}^3$$

$$A = 3,89 \text{ cm}^2$$

$$\frac{10 \text{ Nm}}{2,49 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3} + \frac{2410 \text{ N}}{3,89 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2} \leq 235\,000\,000 \text{ Pa}$$

$$10\,211\,437 \text{ Pa} \leq 235\,000\,000 \text{ Pa}$$

$$10 \text{ MPa} \leq 235 \text{ MPa} \text{ warunek spełniony}$$



Spoiny:

W węzłach od 1 do 4 oraz od 7 do 10, na połączeniu ceownika z ceownikiem przyjęto spoinę na pełen przetop, która nie wymaga obliczeń wg PN-EN 1993-1-8 pkt. 4.7.1.

Na połączeniu ceownika i kątownika przyjęto spoinę pachwinową, grubość spoiny przyjęto wg poniższego wzoru:

$$0,2t_{max} \leq \alpha_w \leq 0,7t_{min} \text{ oraz } 2,5mm \leq \alpha_w \leq 16mm$$

t_{max} – grubość grubszego elementu łączonego

t_{min} – grubość cieńszego elementu łączonego

grubość półki ceownika, $t_{max} = 9mm$

grubość kątownika, $t_{min} = 4mm$

$$0,2 * 9mm \leq \alpha_w \leq 0,7 * 4mm$$

$$1,8mm \leq \alpha_w \leq 2,8mm$$

Z powyższego warunku przyjęto należy przyjąć spoinę 2,8mm, jednak z uwagi na dokładność wykonania spoin przyjęto 3 mm.

Na połączeniu ceownika i z blachą doczołową mocowaną do ściany przyjęto spoinę pachwinową, grubość spoiny przyjęto wg poniższego wzoru:

$$0,2t_{max} \leq \alpha_w \leq 0,7t_{min} \text{ oraz } 2,5mm \leq \alpha_w \leq 16mm$$

t_{max} – grubość grubszego elementu łączonego

t_{min} – grubość cieńszego elementu łączonego

grubość półki ceownika, $t_{max} = 9mm$

grubość blachy, $t_{min} = 8mm$

$$0,2 * 9mm \leq \alpha_w \leq 0,7 * 8mm$$

$$1,8mm \leq \alpha_w \leq 5,6mm$$

Z powyższego warunku przyjęto spoinę 4,0 mm.

Zakotwienie konstrukcji w ścianie:

Kotwy zaprojektowano za pomocą programu HILTI Profis Anchor.

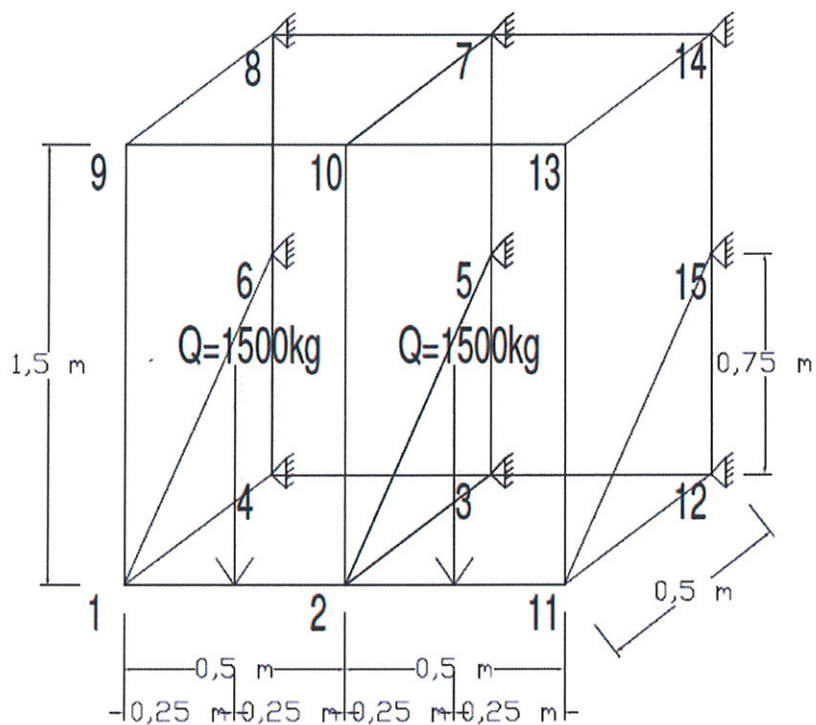
Obliczenia konstrukcji wsporczej dla sześciu wciągarek w dwóch klatkach:

Przyjęte obciążenie 400kg zwiększone o 25% dla próby statycznej = 500 kg – jedna wciągarka

Przyjęte obciążenie dla zestawu trzech ciągarek $500kg * 3 = 1500kg$

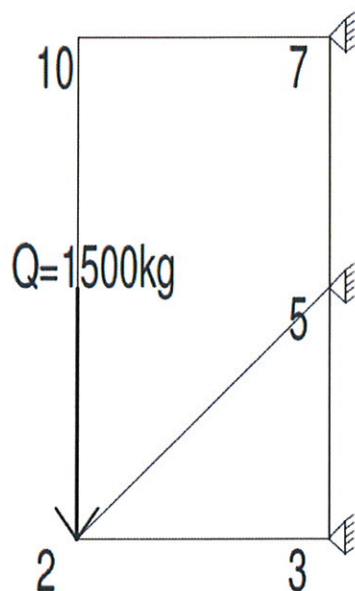
Schemat statyczny całej konstrukcji wsporczej:





Do obliczeń przyjęto część konstrukcji najbardziej wyężoną, składającą się z węzłów 2, 3, 5, 7, 10. Do obliczeń przyjęto siłę skupioną w węźle 2 równą połowie sumy dwóch sił skupionych $0,5 \cdot 1500 \cdot 2 = 1500\text{kg}$

Schemat do obliczeń:



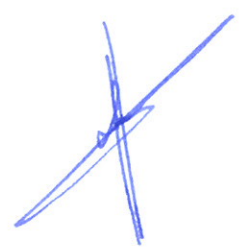
Pręt 2-3 : C 120, stal S235

Pręt 2-10: C 120, stal S235

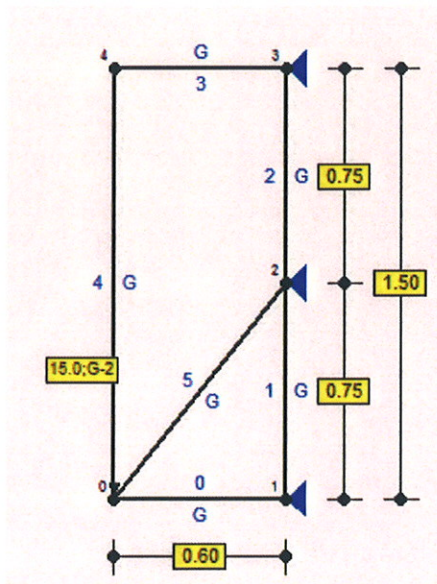
Pręt 10-7: C 120, stal S235

Pręt 7-3: C 120, stal S235

Pręt 2-5: kątownik 50x50x4, stal S235




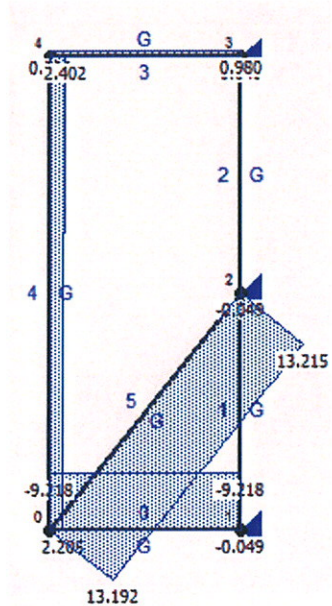
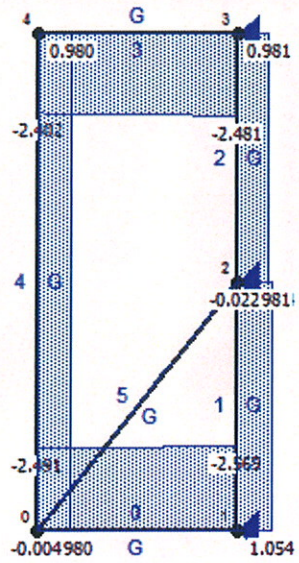
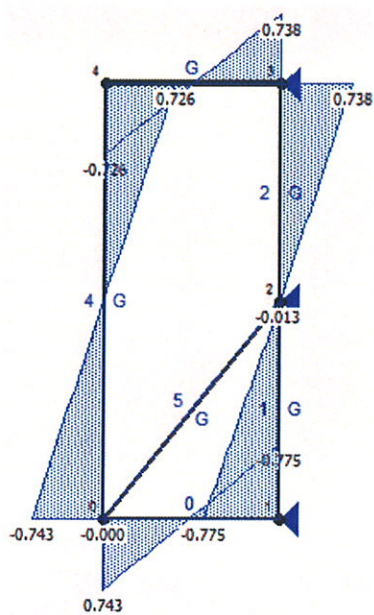
Obliczenia wykonano za pomocą programu do obliczeń statycznych:
Schemat:



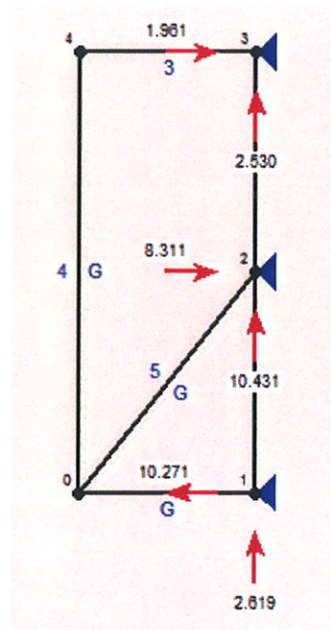
Wykres momentów

Wykres sił tnących

Wykres sił osiowych



Reakcje:



Maksymalny moment i siła osiowa dla pręta o profilu C120 (pręt 0-1):

$$M_{\max} = 0,77 \text{ kNm}$$

$$N_{\max} = 9,22 \text{ kN}$$

Maksymalny moment i siła osiowa dla pręta o profilu kątownik 50x50x4

$$M_{\max} = 0,01 \text{ kNm}$$

$$N_{\max} = 13,22 \text{ kN}$$

Warunek nośności:

$$\frac{M}{W} + \frac{N}{A} \leq f_y$$

Dla C120 (pręt 0-1):

$$W_x = 60,7 \text{ cm}^3$$

$$A = 17 \text{ cm}^2$$

$$\frac{770 \text{ Nm}}{6,07 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3} + \frac{9220 \text{ N}}{1,7 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2} \leq 235\,000\,000 \text{ Pa}$$

$$18\,108\,867 \text{ Pa} \leq 235\,000\,000 \text{ Pa}$$

$$18 \text{ MPa} \leq 235 \text{ MPa} \text{ warunek spełniony}$$

Dla kątownika 50x50x4

$$W_x = 2,49 \text{ cm}^3$$

$$A = 3,89 \text{ cm}^2$$

$$\frac{10 \text{ Nm}}{2,49 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3} + \frac{13220 \text{ N}}{3,89 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2} \leq 235\,000\,000 \text{ Pa}$$



$38\,000\,640\text{ Pa} \leq 235\,000\,000\text{ Pa}$
 $38\text{ MPa} \leq 235\text{ MPa}$ warunek spełniony

Spoiny:

W węzłach od 1 do 4 oraz od 7 do 10, na połączeniu ceownika z ceownikiem przyjęto spoinę na pełen przetop, która nie wymaga obliczeń wg PN-EN 1993-1-8 pkt. 4.7.1.

Na połączeniu ceownika i kątownika przyjęto spoinę pachwinową, grubość spoiny przyjęto wg poniższego wzoru:

$$0,2t_{\max} \leq \alpha_w \leq 0,7t_{\min} \text{ oraz } 2,5\text{mm} \leq \alpha_w \leq 16\text{mm}$$

t_{\max} – grubość grubszego elementu łączonego

t_{\min} – grubość cieńszego elementu łączonego

grubość półki ceownika, $t_{\max} = 9\text{mm}$

grubość kątownika, $t_{\min} = 4\text{mm}$

$$0,2 * 9\text{mm} \leq \alpha_w \leq 0,7 * 4\text{mm}$$

$$1,8\text{mm} \leq \alpha_w \leq 2,8\text{mm}$$

Z powyższego warunku przyjęto należy przyjąć spoinę 2,8mm, jednak z uwagi na dokładność wykonania spoin przyjęto 3 mm.

Na połączeniu ceownika i z blachą doczołową mocowaną do ściany przyjęto spoinę pachwinową, grubość spoiny przyjęto wg poniższego wzoru:

$$0,2t_{\max} \leq \alpha_w \leq 0,7t_{\min} \text{ oraz } 2,5\text{mm} \leq \alpha_w \leq 16\text{mm}$$

t_{\max} – grubość grubszego elementu łączonego

t_{\min} – grubość cieńszego elementu łączonego

grubość półki ceownika, $t_{\max} = 9\text{mm}$

grubość blachy, $t_{\min} = 8\text{mm}$

$$0,2 * 9\text{mm} \leq \alpha_w \leq 0,7 * 8\text{mm}$$

$$1,8\text{mm} \leq \alpha_w \leq 5,6\text{mm}$$

Z powyższego warunku przyjęto spoinę 4,0 mm.

Zakotwienie konstrukcji w ścianie:

Kotwy zaprojektowano za pomocą programu HILTI Profis Anchor. Raport z obliczeń w załączeniu. Przyjęto RAPORT dla tzw. „podwójnej klatki” jako przypadek niekorzystniejszy – większa siła wrywająca kotwę.

mgr inż. Jan Lech ZIOBERSKI

upr. bud. nr 165/83/WBPP 828 84 UJW
upr. konserw. 26/95 PSOZ-Wr

Uwagi projektanta:
1 Wprowadzane dane
Typ i średnica kotwy:
HST3 M8 hef2
Czynna głębokość zakotwienia:
 $h_{ef} = 47 \text{ mm}$, $h_{nom} = 54 \text{ mm}$
Materiał:
Raport instytucji aprobowanej:

ETA-98/0001

Wydanie i Ważność:

2015-11-06 | -

Obliczenia:

metoda wymiarowania Załącznik C do ETAG Nr 001(2010)

Montaż dystansowy:
 $e_b = 0 \text{ mm}$ (brak dystansu); $t = 8 \text{ mm}$
Blacha czołowa:

S 235 (St 37); $E = 210000,00 \text{ N/mm}^2$; $f_{yk} = 235,00 \text{ N/mm}^2$; $\gamma_{Ms} = 1,100$
 $I_x \times I_y \times t = 250 \text{ mm} \times 250 \text{ mm} \times 8 \text{ mm}$; (Zalecana grubość blachy czołowej: obliczone (8 mm))

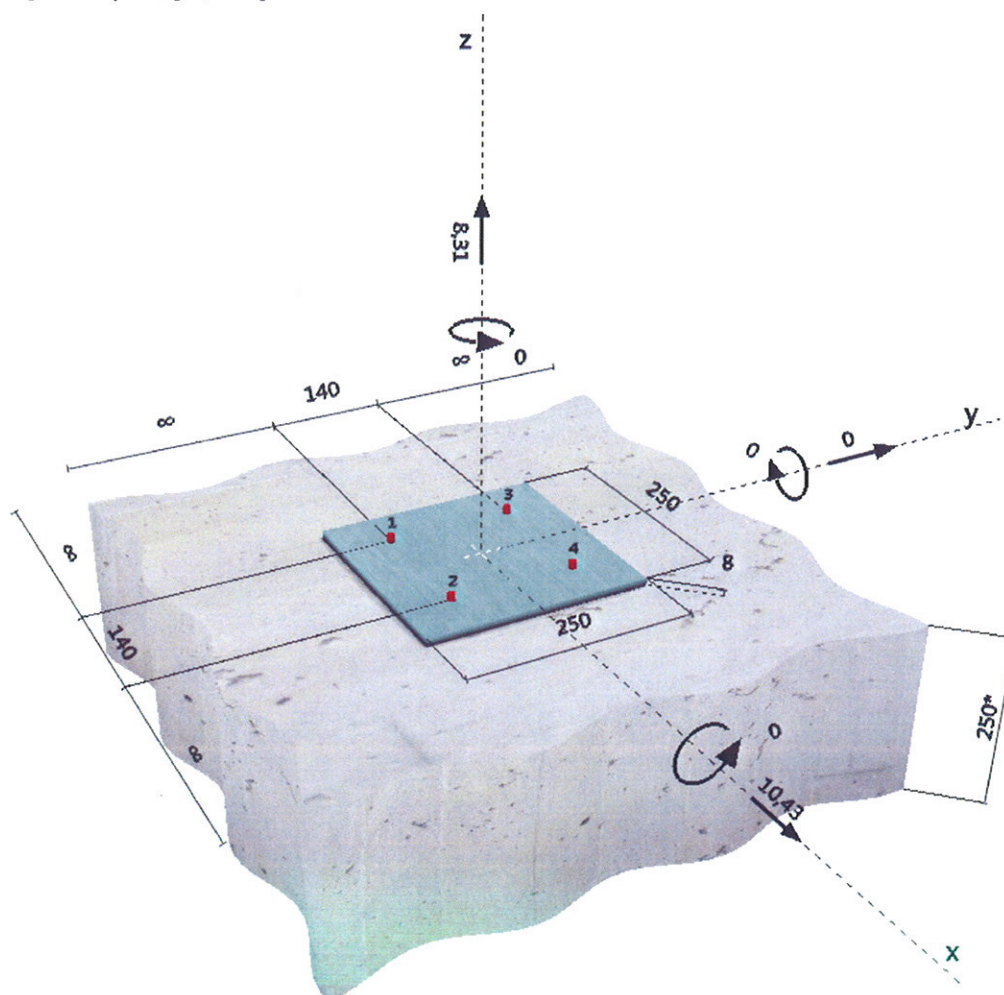
Profil:

brak profilu

Materiał podłoża:

strefa ściskana beton, C20/25, $f_{cc} = 25,00 \text{ N/mm}^2$; $h = 250 \text{ mm}$
Montaż:
otwór wiercony udarowo, warunki montażu: suche
Zbrojenie:

brak zbrojenia lub rozstaw zbrojenia $\geq 150 \text{ mm}$ (dla wszystkich \varnothing) lub $\geq 100 \text{ mm}$ (dla $\varnothing \leq 10 \text{ mm}$)
brak zbrojenia podłużnego krawędzi

Geometria [mm] & Obciążenie [kN, kNm]


Firma:
Projektant:
Adres:
Telefon i Faks:
E-mail:

Strona: 2
Projekt: Opera Wrocławska
Nr i poz. sub-projektu:
Data: 2016-09-03

2 Sprawdzenie i wykorzystanie (decydujące przypadki)

		Wartości obliczeniowe [kN]		Wykorzystanie	
Obciążenie	Obliczenia	Obciążenie	Wartość	β_N / β_V [%]	Status
Rozciąganie	Nośność na Wyciągnięcie Kotwy	2,078	8,000	26 / -	OK
Ścinanie	Nośność Stali (bez udziału momentu zginającego)	2,608	11,040	- / 24	OK

Obciążenie	β_N	β_V	α	Wykorzystanie $\beta_{N,V}$ [%]	Status
Kombinacja obciążeń rozciągającego i ścinającego	0,260	0,236	1,5	25	OK

3 Ostrzeżenia

- Proszę rozważyć wszelkie informacje i wskazówki / ostrzeżenia zawarte w szczegółowym raporcie!

Zalecana grubość blachy czołowej: 8 mm






Zamocowanie spełnia wymogi projektu!

4 Uwagi; Obowiązki współpracy

- Jakiegokolwiek informacje i dane zawarte w Oprogramowaniu dotyczą wyłącznie użytkowania produktów Hilti i są oparte na zasadach, formułach i przepisach bezpieczeństwa zgodnie z wytycznymi technicznymi oraz instrukcjami obsługi, montażu i instalacji firmy Hilti, które użytkownik musi ściśle przestrzegać. Wszystkie dane cyfrowe zawarte w tym dokumencie są cyframi średnimi, i – w związku z tym – testy właściwe dla zastosowania będą przeprowadzone przed użyciem stosownego produktu Hilti. Wyniki obliczeń przeprowadzonych przy pomocy Oprogramowania są oparte zasadniczo na danych wprowadzonych przez Państwo. W związku z tym, ponosicie Państwo wyłączną odpowiedzialność błędy, kompletność i stosowność danych wprowadzanych przez was. Ponadto, ponosicie Państwo wyłączną odpowiedzialność za sprawdzenie i uznanie wyników obliczeń przez eksperta, w szczególności w odniesieniu do zgodności ze stosownymi normami i pozwoleniami, przed ich zastosowaniem w waszym określonym miejscu. Oprogramowanie służy wyłącznie jako pomoc w interpretowaniu norm i pozwoleń, bez jakiegokolwiek gwarancji dotyczącej braku błędów, prawidłowości i stosowności wyników lub ich odpowiedniości w określonej aplikacji.
- Musicie Państwo podjąć wszelkie niezbędne i stosowne kroki, aby uniknąć lub ograniczyć szkody spowodowane Oprogramowaniem. W szczególności, musicie ustalić regularne archiwizowanie programów i danych oraz, gdy stosowne, przeprowadzać aktualizacje Oprogramowania oferowane regularnie przez firmę Hilti. W przypadku, gdy nie korzystacie Państwo z funkcji AutoUpdate (automatyczna aktualizacja) Oprogramowania, musicie zapewnić, że stosujecie aktualną wersję Oprogramowania w każdym przypadku poprzez przeprowadzanie aktualizacji ręcznych z witryny internetowej firmy Hilti. Firma Hilti nie będzie odpowiedzialna za konsekwencje, takie jak odtworzenie utraconych lub uszkodzonych danych lub programów, powstałe z naruszenia obowiązku zawinione przez Państwo.

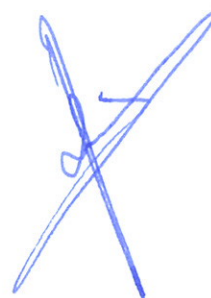


HST3 (-R) z zastrzeżeniem:

Wielkość kotwy	M8	M10	M12	M16	M20	M24
Wiercenie udarowe* 	TE2(-A) – TE30(-A)				TE40 – TE70	
Wiercenie diamentowe* 	DD-30W, DD-EC1					
Narzędzie montażowe* 	Narzędzie do montażu HS-SC				-	
Wiertło drążone* 	-		TE-CD, TE-YD			
Zestaw sejsmiczny/ Zestaw wypełniający** 	Sejsmika/Zestaw wypełniający M8-M20 (stal czarna i nierdzewna A4)				-	


* **Metody montażu ujęte w ETA-98/0001**

** Wymagany zestaw sejsmiczny w celu wypełnienia szczeliny pierścieniowej pomiędzy kotwą a elementem mocowanym:
Brak szczeliny pierścieniowej, podwójna wytrzymałość (αgap=1)



Załącznik Nr 3

Obliczenia statyczno-wytrzymałościowe dla części II B – dot. zwiększenia nośności sztankietów.

A large, handwritten blue 'X' mark is located in the bottom right corner of the page. It is drawn with a blue pen or marker, consisting of two intersecting diagonal lines.

Załącznik Nr 3 cz.II B

Obliczenia statyczno-wytrzymałościowe dla części II B

UWAGA: Różnice w podanych wymiarach liniowych wynikają z dokładności pomiarów, a przede wszystkim z faktu, że wymiary główne podano jako wymiary w osiach elementów, natomiast wymiary na schematach obliczeniowych usytuowania kół podano odmierzając od lica elementów – wymiary w „świecie”.

SCHEMAT BELKI R10/WK1-WK2 – zblocze górne



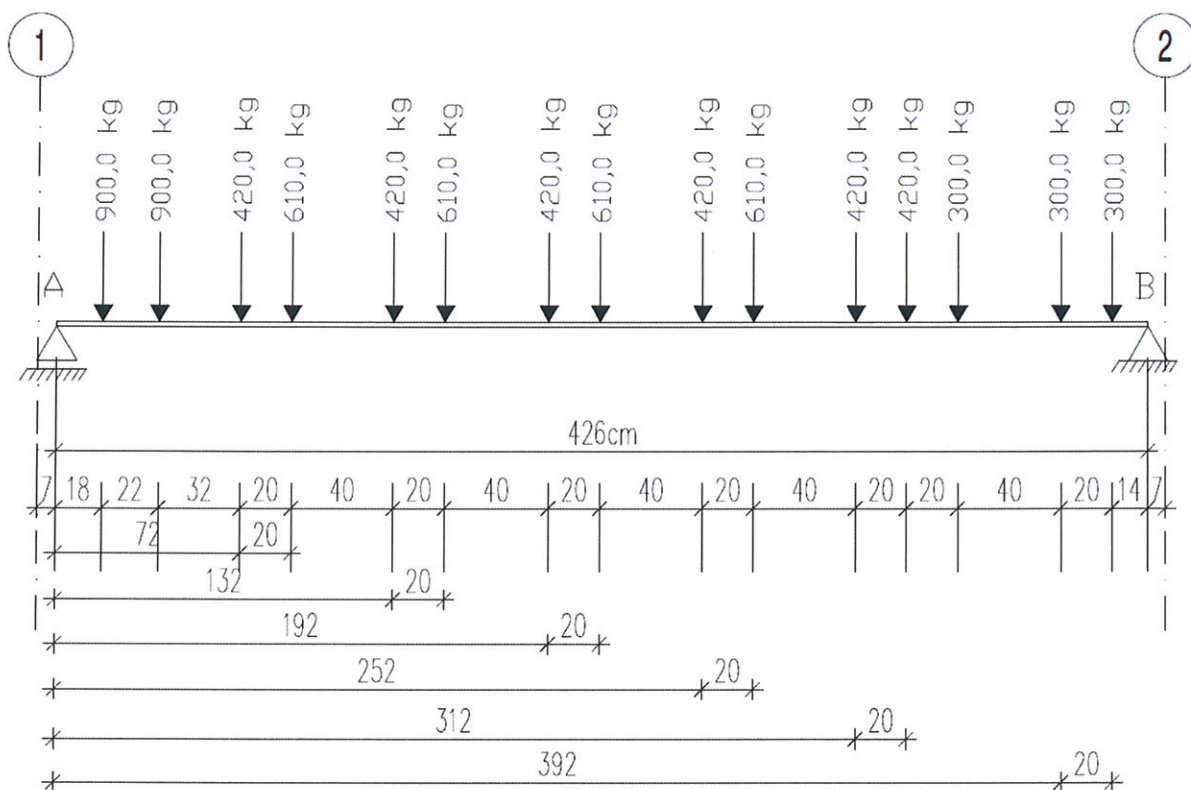
Parametry belki:

- współczynnik obciążenia dla ciężaru własnego belki $\gamma_f = 1,10$

OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE BELKI

Przypadek **P1: Przypadek 1** ($\gamma_f = 1,15$)

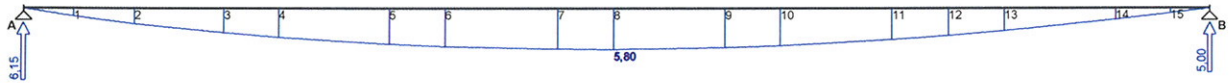
Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):



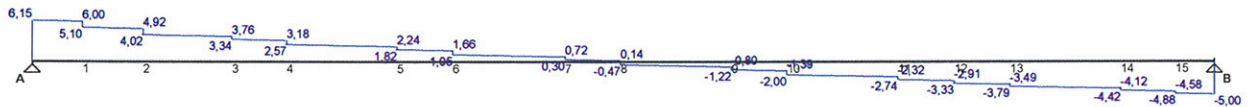
WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

Przypadek **P1: Przypadek 1**

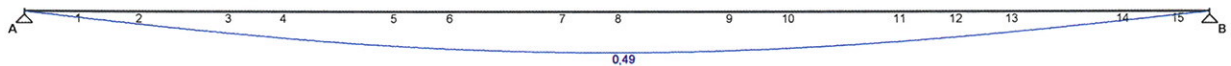
Momenty zginające [kNm]:



Siły poprzeczne [kN]:



Ugięcia [mm]:



ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA

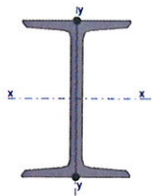
Wykorzystanie rezerwy plastycznej przekroju: tak.

Parametry analizy zwichrzenia:

- obciążenie przyłożone na pasie górnym belki;
- obciążenie działa w dół;
- belka zabezpieczona przed zwichrzeniem.

W rzeczywistości kształtowniki belki są rozsunięte o 475mm, do obliczeń przyjęto, że belka składa się z dwóch ceowników połączonych spoinami (rys. poniżej) – wariant mniej korzystny.

WYMIAROWANIE WG PN-90/B-03200



Przekrój: **2 x C 260**, połączone spoinami ciągłymi

$$A_v = 52,0 \text{ cm}^2, \quad m = 75,8 \text{ kg/m}$$

$$J_x = 9640 \text{ cm}^4, \quad J_y = 1172 \text{ cm}^4, \quad J. = 34000 \text{ cm}^6, \quad J. = 27,1 \text{ cm}^4, \quad W_x = 742 \text{ cm}^3$$

Stal: **St3**

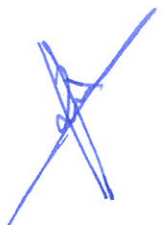
Nośności obliczeniowe przekroju:

- zginanie: klasa przekroju 1

$$M_R = 175,34 \text{ kNm}$$

- ścinanie: klasa przekroju 1

$$V_R = 648,44 \text{ kN}$$



Nośność na zginanie

Przekrój $z = 2,12 \text{ m}$

Współczynnik zwężenia $\varphi_L = 0,812$

Moment maksymalny $M_{\max} = 5,80 \text{ kNm}$

$$M_{\max} / (\varphi_L \cdot M_R) = 0,041 < 1$$

Nośność na ścinanie

Przekrój $z = 0,00 \text{ m}$

Maksymalna siła poprzeczna $V_{\max} = 6,15 \text{ kN}$, $V_{(2)} = 5,0 \text{ kN}$

$$V_{\max} / V_R = 0,009 < 1$$

Nośność na zginanie ze ścinaniem

$$V_{\max} = 6,15 \text{ kN} < V_o = 0,3 \cdot V_R = 194,53 \text{ kN} \leftarrow \text{warunek niemiarodajny}$$

Stan graniczny użytkowania

Przekrój $z = 2,11 \text{ m}$

Ugięcie maksymalne $f_{k,\max} = 0,49 \text{ mm}$

Ugięcie graniczne $f_{gr} = l_o / 350 = 4260 / 350 = 12,17 \text{ mm}$

$$f_{k,\max} = 0,49 \text{ mm} < f_{gr} = 12,17 \text{ mm} \quad (4,0\%)$$

SCHEMAT BELKI R10/WK2-WK3 – zblocze górne



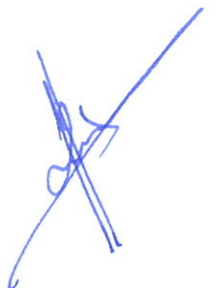
Parametry belki:

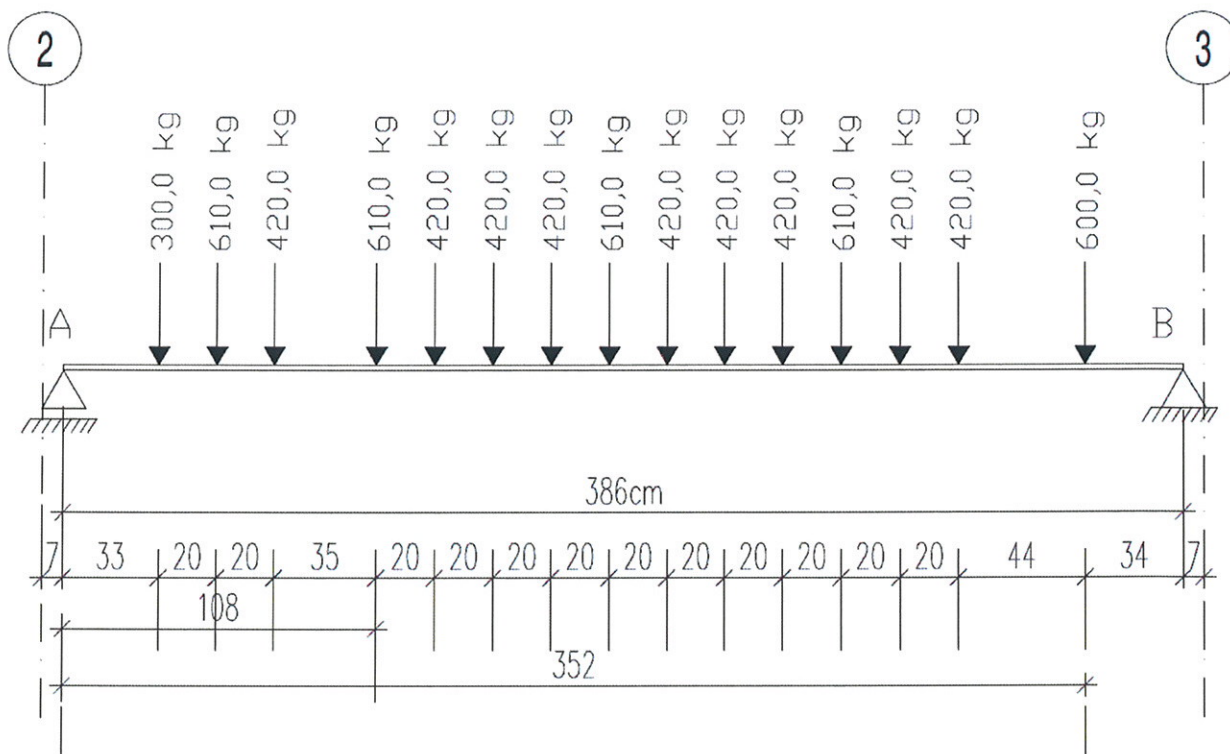
- współczynnik obciążenia dla ciężaru własnego belki $\gamma_f = 1,10$

OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE BELKI

Przypadek **P1: Przypadek 1** ($\gamma_f = 1,15$)

Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):

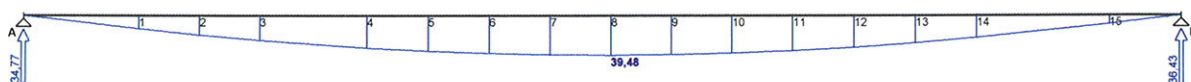




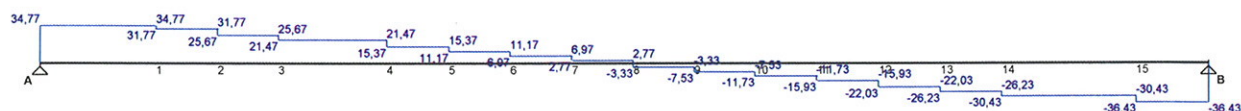
WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

Przypadek **P1: Przypadek 1**

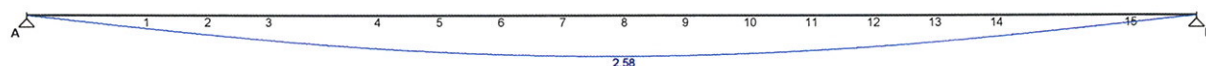
Momenty zginające [kNm]:



Siły poprzeczne [kN]:



Ugięcia [mm]:



ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA



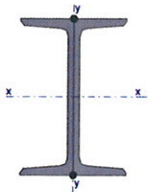
Wykorzystanie rezerwy plastycznej przekroju: tak.

Parametry analizy zwichrzenia:

- obciążenie przyłożone na pasie górnym belki;
- obciążenie działa w dół;
- belka zabezpieczona przed zwichrzeniem.

W rzeczywistości kształtowniki belki są rozsunięte o 475mm, do obliczeń przyjęto, że belka składa się z dwóch ceowników połączonych spoinami (rys. poniżej) – wariant mniej korzystny.

WYMIAROWANIE WG PN-90/B-03200



Przekrój: **2 x C 260**, połączone spoinami ciągłymi

$$A_v = 52,0 \text{ cm}^2, m = 75,8 \text{ kg/m}$$

$$J_x = 9640 \text{ cm}^4, J_y = 1172 \text{ cm}^4, J. = 34000 \text{ cm}^6, J. = 27,1 \text{ cm}^4, W_x = 742 \text{ cm}^3$$

Stal: **St3**

Nośności obliczeniowe przekroju:

- zginanie: klasa przekroju 1

$$M_R = 175,34 \text{ kNm}$$

- ścinanie: klasa przekroju 1

$$V_R = 648,44 \text{ kN}$$

Nośność na zginanie

$$\text{Przekrój } z = 1,93 \text{ m}$$

$$\text{Współczynnik zwichrzenia } \phi_L = 0,843$$

$$\text{Moment maksymalny } M_{\max} = 39,48 \text{ kNm}$$

$$M_{\max} / (\phi_L \cdot M_R) = 0,267 < 1$$

Nośność na ścinanie

$$\text{Przekrój } z = 3,57 \text{ m}$$

$$\text{Maksymalna siła poprzeczna } V_{\max} = -36,43 \text{ kN}, V_{(2)} = 34,77 \text{ kN}$$

$$V_{\max} / V_R = 0,056 < 1$$

Nośność na zginanie ze ścinaniem

$$V_{\max} = (-)36,43 \text{ kN} < V_o = 0,3 \cdot V_R = 194,53 \text{ kN} \leftarrow \text{warunek niemiernodajny}$$

Stan graniczny użytkowania

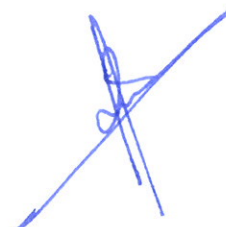
$$\text{Przekrój } z = 1,91 \text{ m}$$

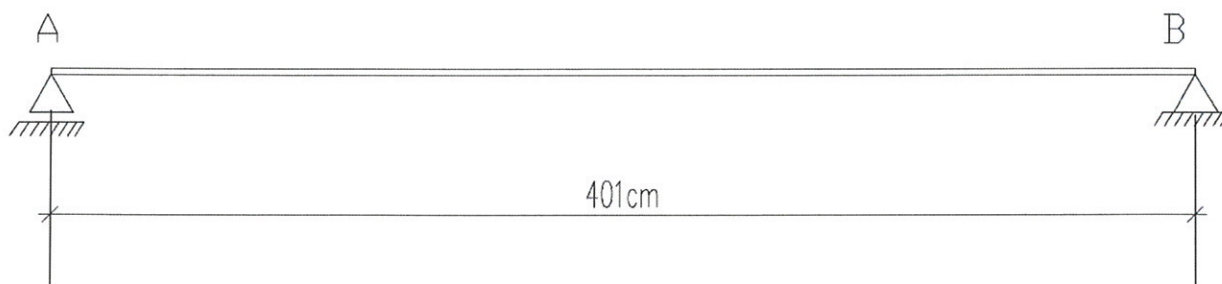
$$\text{Ugięcie maksymalne } f_{k,\max} = 2,58 \text{ mm}$$

$$\text{Ugięcie graniczne } f_{gr} = l_o / 350 = 3810 / 350 = 10,89 \text{ mm}$$

$$f_{k,\max} = 2,58 \text{ mm} < f_{gr} = 10,89 \text{ mm} \quad (23,7\%)$$

SCHEMAT BELKI R10/WK3-WK4 – zblocze górne





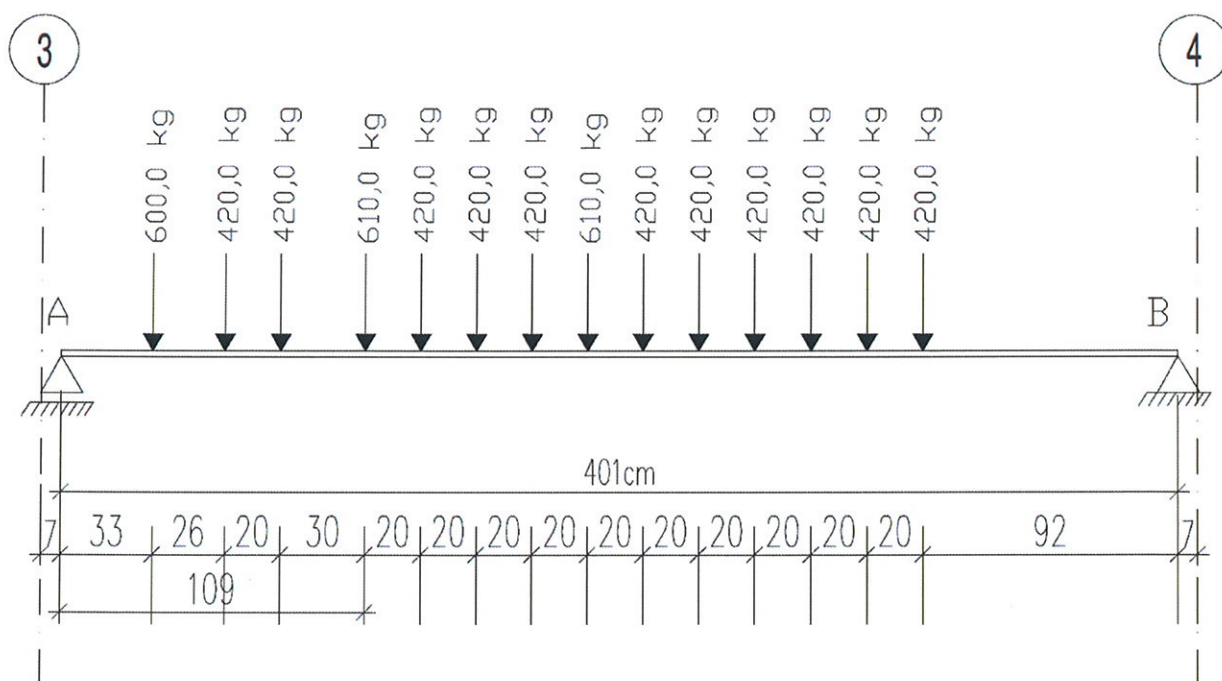
Parametry belki:

- współczynnik obciążenia dla ciężaru własnego belki $\gamma_f = 1,10$

OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE BELKI

Przypadek **P1: Przypadek 1** ($\gamma_f = 1,15$)

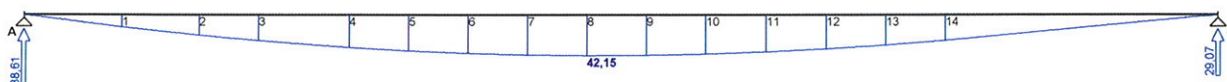
Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):



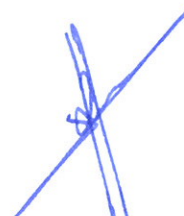
WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

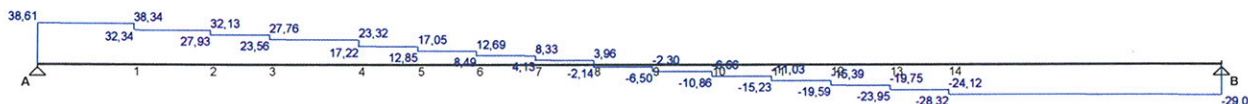
Przypadek **P1: Przypadek 1**

Momenty zginające [kNm]:

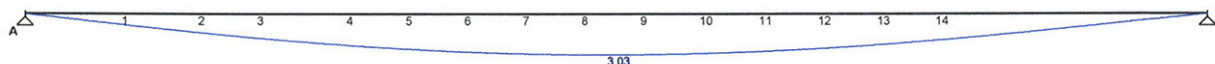


Siły poprzeczne [kN]:





Ugięcia [mm]:



ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA

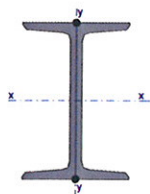
Wykorzystanie rezerwy plastycznej przekroju: tak.

Parametry analizy zwichrzenia:

- obciążenie przyłożone na pasie górnym belki;
- obciążenie działa w dół;
- belka zabezpieczona przed zwichrzeniem.

W rzeczywistości kształtowniki belki są rozsunięte o 475mm, do obliczeń przyjęto, że belka składa się z dwóch ceowników połączonych spoinami (rys. poniżej) – wariant mniej korzystny.

WYMIAROWANIE WG PN-90/B-03200



Przekrój: **2 x C 260**, połączone spoinami ciągłymi

$$A_v = 52,0 \text{ cm}^2, m = 75,8 \text{ kg/m}$$

$$J_x = 9640 \text{ cm}^4, J_y = 1172 \text{ cm}^4, J. = 34000 \text{ cm}^6, J. = 27,1 \text{ cm}^4, W_x = 742 \text{ cm}^3$$

Stal: **St3**

Nośności obliczeniowe przekroju:

- zginanie: klasa przekroju 1

$$M_R = 175,34 \text{ kNm}$$

- ścinanie: klasa przekroju 1

$$V_R = 648,44 \text{ kN}$$

Nośność na zginanie

$$\text{Przekrój } z = 1,89 \text{ m}$$

$$\text{Współczynnik zwichrzenia } \phi_L = 0,829$$

$$\text{Moment maksymalny } M_{\max} = 42,15 \text{ kNm}$$

$$M_{\max} / (\phi_L \cdot M_R) = 0,290 < 1$$

Nośność na ścinanie

$$\text{Przekrój } z = 0,00 \text{ m}$$

$$\text{Maksymalna siła poprzeczna } V_{\max} = 38,61 \text{ kN}, V_{(2)} = 29,07 \text{ kN}$$

$$V_{\max} / V_R = 0,06 < 1$$



Nośność na zginanie ze ścinaniem

$$V_{\max} = 38,61 \text{ kN} < V_o = 0,3 \cdot V_R = 194,53 \text{ kN} \leftarrow \text{warunek niemiernodajny}$$

Stan graniczny użytkowania

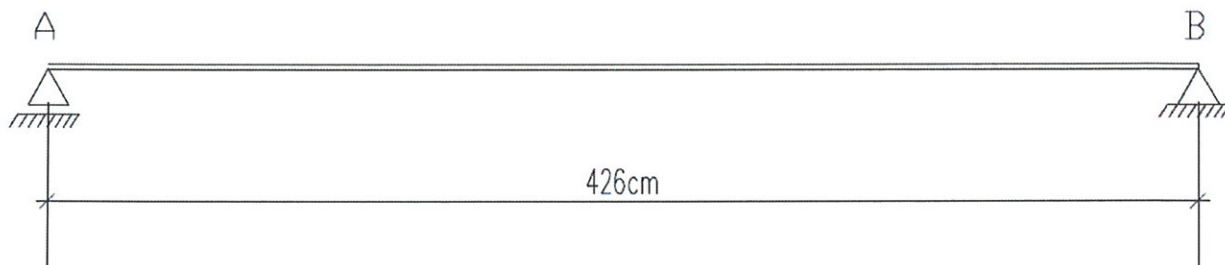
Przekrój $z = 1,98 \text{ m}$

Ugięcie maksymalne $f_{k,\max} = 3,03 \text{ mm}$

Ugięcie graniczne $f_{gr} = l_o / 350 = 4010 / 350 = 11,46 \text{ mm}$

$f_{k,\max} = 3,03 \text{ mm} < f_{gr} = 11,46 \text{ mm} \quad (26,4\%)$

SCHEMAT BELKI R9/WK1-WK2



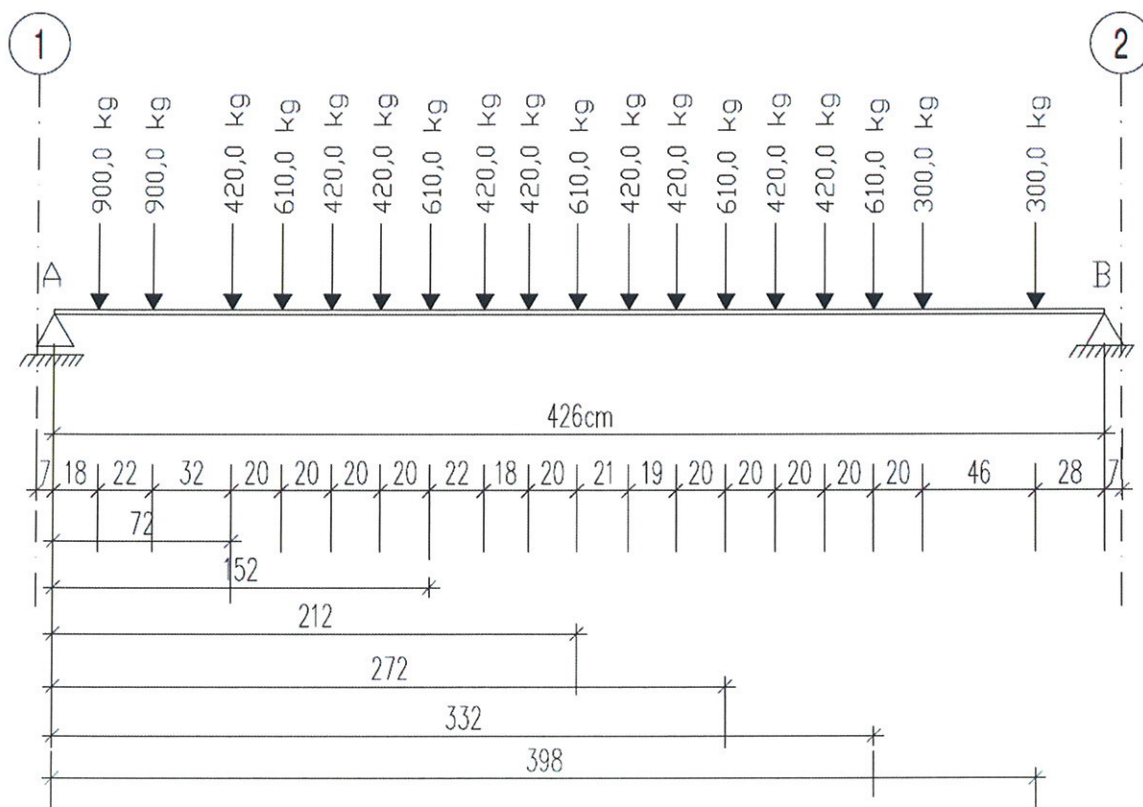
Parametry belki:

- współczynnik obciążenia dla ciężaru własnego belki $\gamma_f = 1,10$

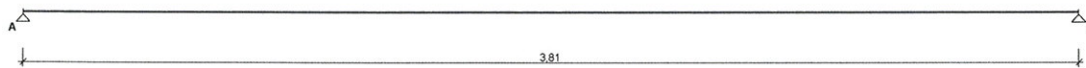
OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE BELKI

Przypadek **P1: Przypadek 1** ($\gamma_f = 1,15$)

Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):



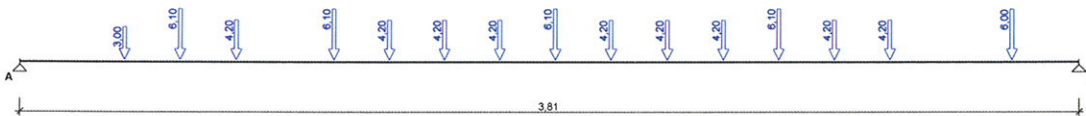
SCHEMAT BELKI R9/WK2-WK3



OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE BELKI

Przypadek **P1: Przypadek 1** ($\gamma_f = 1,15$)

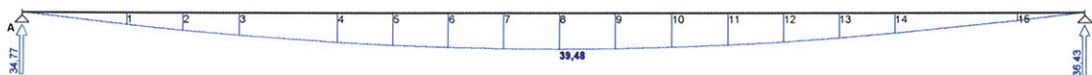
Schemat statyczny:



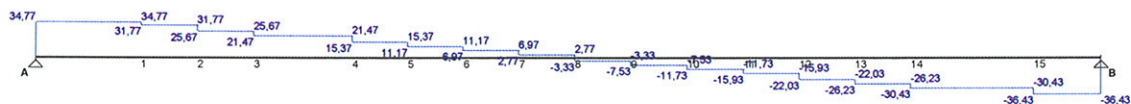
WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

Przypadek **P1: Przypadek 1**

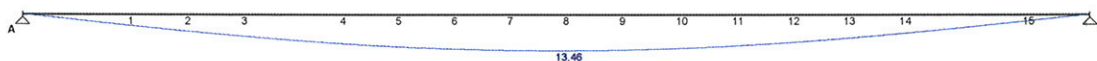
Momenty zginające [kNm]:



Siły poprzeczne [kN]:



Ugięcia [mm]:



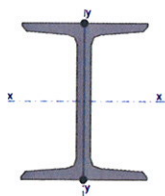
ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA

Wykorzystanie rezerwy plastycznej przekroju: tak;

Parametry analizy zwichrzenia:

- obciążenie przyłożone na pasie górnym belki;
- obciążenie działa w dół;
- belka zabezpieczona przed zwichrzeniem;

WYMIAROWANIE WG PN-90/B-03200



Przekrój: **2 C 160**, połączone spoinami ciągłymi

$$A_v = 24,0 \text{ cm}^2, m = 37,6 \text{ kg/m}$$

$$J_x = 1850 \text{ cm}^4, J_y = 333 \text{ cm}^4, J_{\omega} = 3370 \text{ cm}^6, J_T = 7,70 \text{ cm}^4, W_x = 232 \text{ cm}^3$$

Stal: **St3**

Nośności obliczeniowe przekroju:

- zginanie: klasa przekroju 1

$$M_R = 54,67 \text{ kNm}$$

- ścinanie: klasa przekroju 1

$$V_R = 299,28 \text{ kN}$$

Nośność na zginanie

Przekrój $z = 1,93 \text{ m}$

Współczynnik zwichrzenia $\phi_L = 1,000$

Moment maksymalny $M_{\max} = 39,48 \text{ kNm}$

$$(52) \quad M_{\max} / (\phi_L \cdot M_R) = 0,722 < 1$$

Nośność na ścinanie

Przekrój $z = 3,57 \text{ m}$

Maksymalna siła poprzeczna $V_{\max} = -36,43 \text{ kN}$

$$(53) \quad V_{\max} / V_R = 0,122 < 1$$

Nośność na zginanie ze ścinaniem

$$V_{\max} = (-)36,43 \text{ kN} < V_o = 0,3 \cdot V_R = 89,78 \text{ kN} \rightarrow \text{warunek niemiarodajny}$$

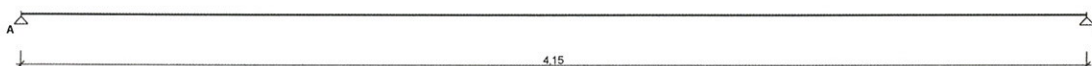
Stan graniczny użytkowania

Przekrój $z = 1,91 \text{ m}$

Ugięcie maksymalne $f_{k,\max} = 13,46 \text{ mm}$

$$\text{Ugięcie graniczne } f_{gr} = l_o / 350 = 3810 / 350 = 10,89 \text{ mm}$$

SCHEMAT BELKI R9/WK3-WK4



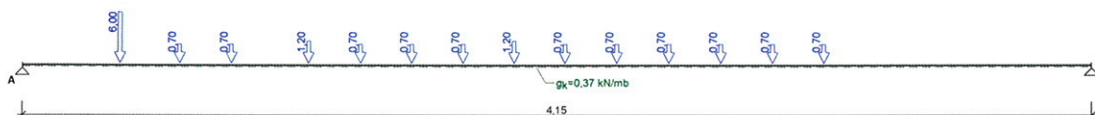
Parametry belki:

- współczynnik obciążenia dla ciężaru własnego belki $\gamma_f = 1,10$

OBCIĄŻENIA CHARAKTERYSTYCZNE BELKI

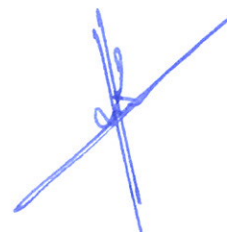
Przypadek **P1: Przypadek 1** ($\gamma_f = 1,15$)

Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):

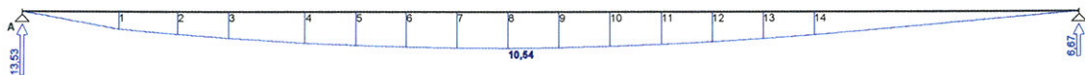


WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

Przypadek **P1: Przypadek 1**



Momenty zginające [kNm]:



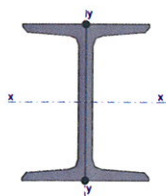
ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA

Wykorzystanie rezerwy plastycznej przekroju: tak;

Parametry analizy zwichrzenia:

- obciążenie przyłożone na pasie górnym belki;
- obciążenie działa w dół;
- brak stężeń bocznych na długości przęseł belki;

WYMIAROWANIE WG PN-90/B-03200



Przekrój: **2 C 160**, połączone spoinami ciągłymi

$$A_v = 24,0 \text{ cm}^2, m = 37,6 \text{ kg/m}$$

$$J_x = 1850 \text{ cm}^4, J_y = 333 \text{ cm}^4, J_\omega = 3370 \text{ cm}^6, J_T = 7,70 \text{ cm}^4, W_x = 232 \text{ cm}^3$$

Stal: **St3**

Nośności obliczeniowe przekroju:

- zginanie: klasa przekroju 1 $M_R = 54,67 \text{ kNm}$
- ścinanie: klasa przekroju 1 $V_R = 299,28 \text{ kN}$

Nośność na zginanie

Przekrój $z = 1,91 \text{ m}$

Współczynnik zwichrzenia $\varphi_L = 0,787$

Moment maksymalny $M_{\max} = 10,54 \text{ kNm}$

$$(52) \quad M_{\max} / (\varphi_L \cdot M_R) = 0,245 < 1$$

Nośność na ścinanie

Przekrój $z = 0,00 \text{ m}$

Maksymalna siła poprzeczna $V_{\max} = 13,53 \text{ kN}$

$$(53) \quad V_{\max} / V_R = 0,045 < 1$$

Nośność na zginanie ze ścinaniem

$$V_{\max} = 13,53 \text{ kN} < V_o = 0,3 \cdot V_R = 89,78 \text{ kN} \rightarrow \text{warunek niemiarodajny}$$

Stan graniczny użytkowania

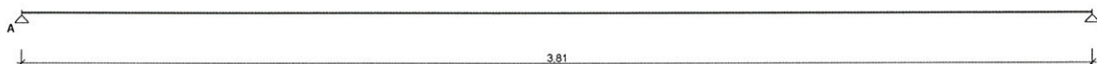
Przekrój $z = 2,01 \text{ m}$

Ugięcie maksymalne $f_{k,\max} = 4,28 \text{ mm}$

Ugięcie graniczne $f_{gr} = l_o / 350 = 4150 / 350 = 11,86 \text{ mm}$

$$f_{k,\max} = 4,28 \text{ mm} < f_{gr} = 11,86 \text{ mm} \quad (36,1\%)$$

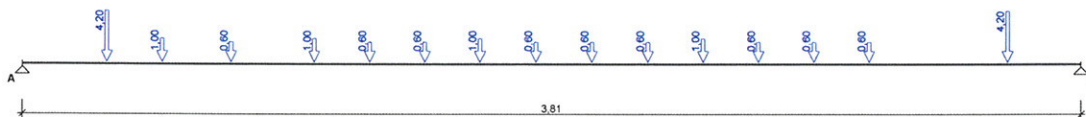
SCHEMAT BELKI R7/WK2-WK3



OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE BELKI

Przypadek **P1: Przypadek 1** ($\gamma_f = 1,15$)

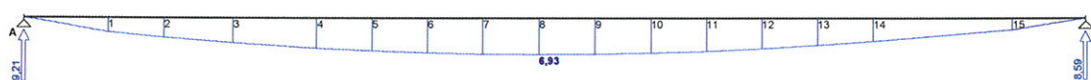
Schemat statyczny:



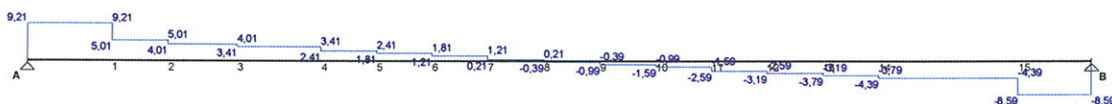
WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

Przypadek **P1: Przypadek 1**

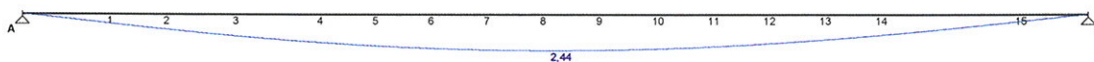
Momenty zginające [kNm]:



Siły poprzeczne [kN]:



Ugięcia [mm]:



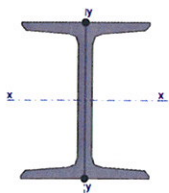
ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA

Wykorzystanie rezerwy plastycznej przekroju: tak;

Parametry analizy zwichrzenia:

- obciążenie przyłożone na pasie górnym belki;
- obciążenie działa w dół;
- brak stężeń bocznych na długości przęsła belki;

WYMIAROWANIE WG PN-90/B-03200



Przekrój: **2 C 160**, połączone spoinami ciągłymi

$A_v = 24,0 \text{ cm}^2$, $m = 37,6 \text{ kg/m}$

$J_x = 1850 \text{ cm}^4$, $J_y = 333 \text{ cm}^4$, $J_w = 3370 \text{ cm}^6$, $J_T = 7,70 \text{ cm}^4$, $W_x = 232 \text{ cm}^3$

Stal: **St3**

Nośności obliczeniowe przekroju:



- zginanie: klasa przekroju 1 $M_R = 54,67 \text{ kNm}$
- ścinanie: klasa przekroju 1 $V_R = 299,28 \text{ kN}$

Nośność na zginanie

Przekrój $z = 1,85 \text{ m}$

Współczynnik zwichrzenia $\varphi_L = 0,811$

Moment maksymalny $M_{\max} = 6,93 \text{ kNm}$

$$(52) \quad M_{\max} / (\varphi_L \cdot M_R) = 0,156 < 1$$

Nośność na ścinanie

Przekrój $z = 0,00 \text{ m}$

Maksymalna siła poprzeczna $V_{\max} = 9,21 \text{ kN}$

$$(53) \quad V_{\max} / V_R = 0,031 < 1$$

Nośność na zginanie ze ścinaniem

$$V_{\max} = 9,21 \text{ kN} < V_o = 0,3 \cdot V_R = 89,78 \text{ kN} \rightarrow \text{warunek niemiarodajny}$$

Stan graniczny użytkowania

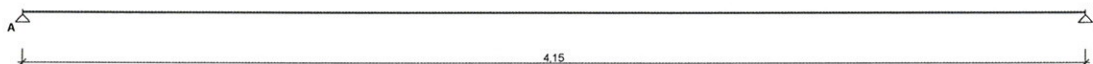
Przekrój $z = 1,89 \text{ m}$

Ugięcie maksymalne $f_{k,\max} = 2,44 \text{ mm}$

Ugięcie graniczne $f_{gr} = l_o / 350 = 3810 / 350 = 10,89 \text{ mm}$

$$f_{k,\max} = 2,44 \text{ mm} < f_{gr} = 10,89 \text{ mm} \quad (22,4\%)$$

SCHEMAT BELKI R7/WK3-WK4



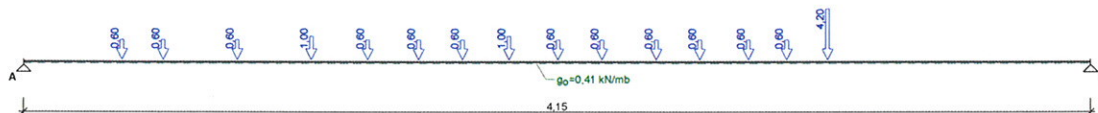
Parametry belki:

- współczynnik obciążenia dla ciężaru własnego belki $\gamma_f = 1,10$

OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE BELKI

Przypadek **P1: Przypadek 1** ($\gamma_f = 1,15$)

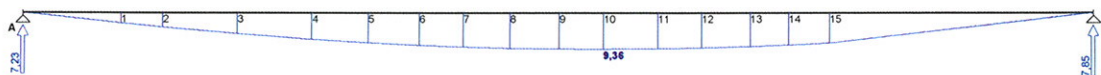
Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):



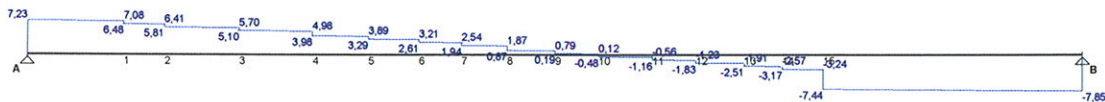
WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

Przypadek **P1: Przypadek 1**

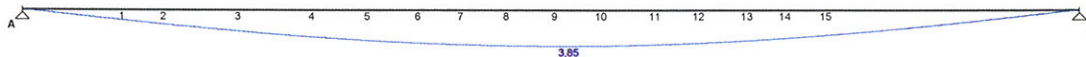
Momenty zginające [kNm]:



Siły poprzeczne [kN]:



Ugięcia [mm]:



ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA

Wykorzystanie rezerwy plastycznej przekroju: tak;

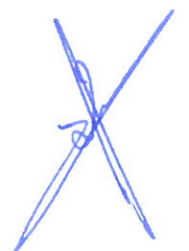
Parametry analizy zwichrzenia:

- obciążenie przyłożone na pasie górnym belki;
- obciążenie działa w dół;
- brak stężeń bocznych na długości przęseł belki;

WYMIAROWANIE WG PN-90/B-03200

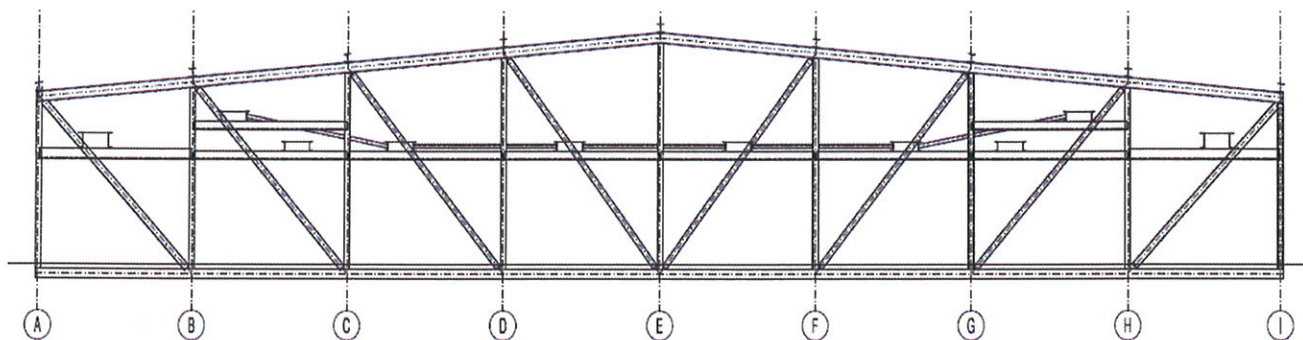
Załącznik Nr 4

Obliczenia statyczno-wytrzymałościowe kratownic głównych WK.

A handwritten signature in blue ink, consisting of a stylized 'X' shape with a small loop in the center.

ZAŁĄCZNIK NR 4. Obliczenia kratownicy WK3.

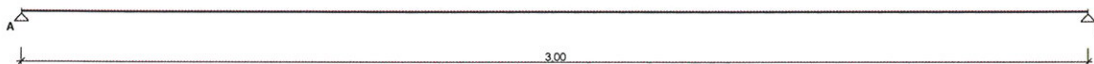
1. Obciążenia kratownicy.



1.1. Belki poziome w płaszczyźnie kratownicy.

Pomiędzy słupkami w węzłach A i B oraz H i I znajdują się belki poziome wg [1.2] oznaczone jako B2 wykonane są z 2 x C180, pozostałe, wg [1.2] oznaczone jako B1 wykonane są z 2xC140. Na belkach B1 i B2 spoczywają ruszty (R) z kołami przewojowymi mostów i sztankietów, tzn. belki B2 i B1 obciążone są reakcjami rusztów. Dokonano rozdziału reakcji belek B1 i B2 pochodzących od reakcji rusztów (R) na siły osiowe w słupkach wg poniższych zasad:

SCHEMAT BELKI B2/R10



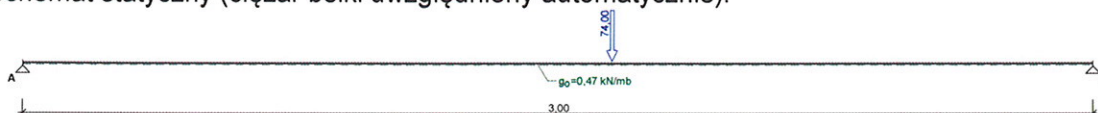
Parametry belki:

- współczynnik obciążenia dla ciężaru własnego belki $\gamma_f = 1,10$

OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE BELKI

Przypadek P1: Przypadek 1 ($\gamma_f = 1,15$)

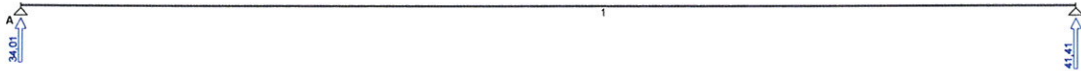
Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):



WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

Przypadek P1: Przypadek 1

Reakcje podporowe [kN]:



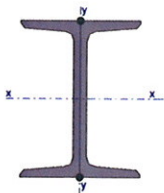
ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA

Wykorzystanie rezerwy plastycznej przekroju: tak;

Parametry analizy zwichrzenia:

- obciążenie przyłożone na pasie górnym belki;
- obciążenie działa w dół;
- brak stężeń bocznych na długości przęseł belki;

WYMIAROWANIE WG PN-90/B-03200



Przekrój: **2 C 180**, połączone spoinami ciągłymi

$$A_v = 28,8 \text{ cm}^2, m = 44,0 \text{ kg/m}$$

$$J_x = 2700 \text{ cm}^4, J_y = 434 \text{ cm}^4, J_\omega = 5770 \text{ cm}^6, J_T = 9,97 \text{ cm}^4, W_x = 300 \text{ cm}^3$$

Stal: **St3**

Nośności obliczeniowe przekroju:

- zginanie: klasa przekroju 1

$$M_R = 70,96 \text{ kNm}$$

- ścinanie: klasa przekroju 1

$$V_R = 359,14 \text{ kN}$$

Nośność na zginanie

Przekrój $z = 1,65 \text{ m}$

Współczynnik zwichrzenia $\varphi_L = 0,872$

Moment maksymalny $M_{\max} = 55,47 \text{ kNm}$

$$(52) \quad M_{\max} / (\varphi_L \cdot M_R) = 0,897 < 1$$

Nośność na ścinanie

Przekrój $z = 3,00 \text{ m}$

Maksymalna siła poprzeczna $V_{\max} = -41,41 \text{ kN}$

$$(53) \quad V_{\max} / V_R = 0,115 < 1$$

Nośność na zginanie ze ścinaniem

$$V_{\max} = (-)41,41 \text{ kN} < V_o = 0,3 \cdot V_R = 107,74 \text{ kN} \rightarrow \text{warunek niemiarodajny}$$

Stan graniczny użytkowania

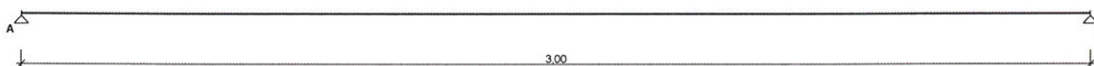
Przekrój $z = 1,55 \text{ m}$

Ugięcie maksymalne $f_{k,\max} = 6,54 \text{ mm}$

Ugięcie graniczne $f_{gr} = l_o / 350 = 3000 / 350 = 8,57 \text{ mm}$

$$f_{k,\max} = 6,54 \text{ mm} < f_{gr} = 8,57 \text{ mm} \quad (76,2\%)$$

SCHEMAT BELKI B1/R9



Parametry belki:

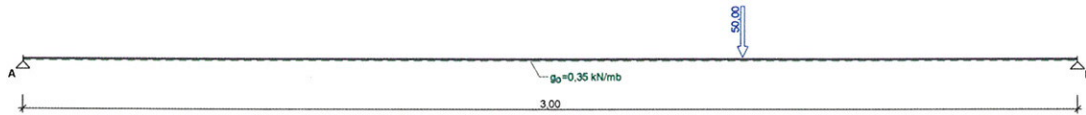
- współczynnik obciążenia dla ciężaru własnego belki $\gamma_f = 1,10$

OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE BELKI

Przypadek **P1: Przypadek 1** ($\gamma_f = 1,15$)

Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):





WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

Przypadek P1: Przypadek 1

Momenty zginające [kNm]:



Siły poprzeczne [kN]:



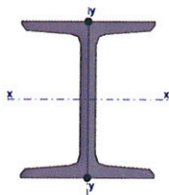
ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA

Wykorzystanie rezerwy plastycznej przekroju: tak;

Parametry analizy zwichrzenia:

- obciążenie przyłożone na pasie górnym belki;
- obciążenie działa w dół;
- brak stężeń bocznych na długości przęseł belki;

WYMIAROWANIE WG PN-90/B-03200



Przekrój: **2 C 140**, połączone spoinami ciągłymi

$$A_v = 19,6 \text{ cm}^2, \quad m = 32,0 \text{ kg/m}$$

$$J_x = 1210 \text{ cm}^4, \quad J_y = 250 \text{ cm}^4, \quad J_\omega = 1880 \text{ cm}^6, \quad J_T = 6,01 \text{ cm}^4, \quad W_x = 173 \text{ cm}^3$$

Stal: **St3**

Nośności obliczeniowe przekroju:

- zginanie: klasa przekroju 1

$$M_R = 40,76 \text{ kNm}$$

- ścinanie: klasa przekroju 1

$$V_R = 244,41 \text{ kN}$$

Nośność na zginanie

$$\text{Przekrój } z = 2,05 \text{ m}$$

$$\text{Współczynnik zwichrzenia } \varphi_L = 0,868$$

$$\text{Moment maksymalny } M_{\max} = 32,79 \text{ kNm}$$

$$(52) \quad M_{\max} / (\varphi_L \cdot M_R) = 0,927 < 1$$

Nośność na ścinanie

$$\text{Przekrój } z = 3,00 \text{ m}$$

$$\text{Maksymalna siła poprzeczna } V_{\max} = -34,68 \text{ kN}$$

$$(53) \quad V_{\max} / V_R = 0,142 < 1$$

Nośność na zginanie ze ścinaniem

$$V_{\max} = (-)34,68 \text{ kN} < V_o = 0,3 \cdot V_R = 73,32 \text{ kN} \rightarrow \text{warunek niemiernodajny}$$

Stan graniczny użytkowania

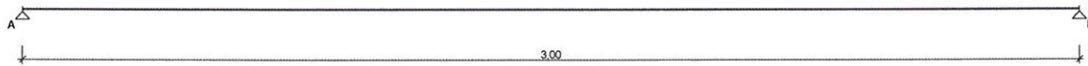
Przekrój $z = 1,64 \text{ m}$

Ugięcie maksymalne $f_{k,max} = 8,34 \text{ mm}$

Ugięcie graniczne $f_{gr} = l_o / 350 = 3000 / 350 = 8,57 \text{ mm}$

$f_{k,max} = 8,34 \text{ mm} < f_{gr} = 8,57 \text{ mm} \quad (97,3\%)$

SCHEMAT BELKI B1/R7



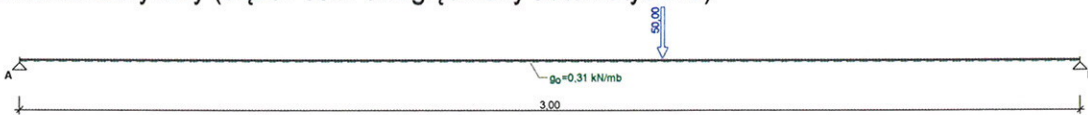
Parametry belki:

- współczynnik obciążenia dla ciężaru własnego belki $\gamma_f = 1,00$

OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE BELKI

Przypadek **P1: Przypadek 1** ($\gamma_f = 1,15$)

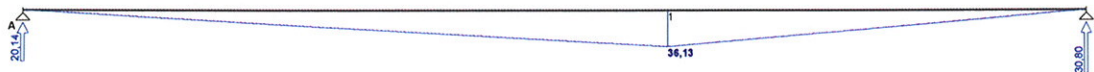
Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):



WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

Przypadek **P1: Przypadek 1**

Momenty zginające [kNm]:



Siły poprzeczne [kN]:



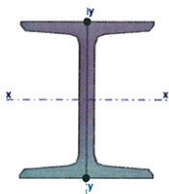
ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA

Wykorzystanie rezerwy plastycznej przekroju: tak;

Parametry analizy zwijczenia:

- obciążenie przyłożone na pasie górnym belki;
- obciążenie działa w dół;
- belka zabezpieczona przed zwijczeniem;

WYMIAROWANIE WG PN-90/B-03200



Przekrój: **2 C 140**, połączone spoinami ciągłymi

$$A_v = 19,6 \text{ cm}^2, m = 32,0 \text{ kg/m}$$

$$J_x = 1210 \text{ cm}^4, J_y = 250 \text{ cm}^4, J_w = 1880 \text{ cm}^6, J_T = 6,01 \text{ cm}^4, W_x = 173 \text{ cm}^3$$

Stal: **St3**

Nośności obliczeniowe przekroju:

- zginanie: klasa przekroju 1 $M_R = 40,76 \text{ kNm}$
- ścinanie: klasa przekroju 1 $V_R = 244,41 \text{ kN}$

Nośność na zginanie

Przekrój $z = 1,82 \text{ m}$

Współczynnik zwichrzenia $\varphi_L = 1,000$

Moment maksymalny $M_{\max} = 36,13 \text{ kNm}$

$$(52) \quad M_{\max} / (\varphi_L \cdot M_R) = 0,886 < 1$$

Nośność na ścinanie

Przekrój $z = 3,00 \text{ m}$

Maksymalna siła poprzeczna $V_{\max} = -30,80 \text{ kN}$

$$(53) \quad V_{\max} / V_R = 0,126 < 1$$

Nośność na zginanie ze ścinaniem

$$V_{\max} = (-)30,80 \text{ kN} < V_o = 0,3 \cdot V_R = 73,32 \text{ kN} \rightarrow \text{warunek niemiarodajny}$$

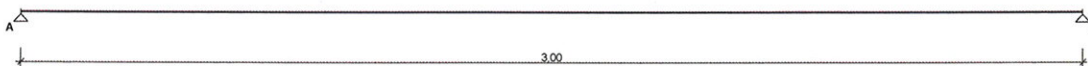
Stan graniczny użytkowania

Przekrój $z = 1,59 \text{ m}$

Ugięcie maksymalne $f_{k,\max} = 9,41 \text{ mm}$

$$\text{Ugięcie graniczne } f_{gr} = l_o / 350 = 3000 / 350 = 8,57 \text{ mm}$$

SCHEMAT BELKI B1/R6



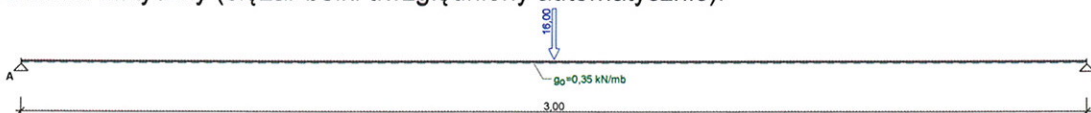
Parametry belki:

- współczynnik obciążenia dla ciężaru własnego belki $\gamma_f = 1,10$

OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE BELKI

Przypadek **P1: Przypadek 1** ($\gamma_f = 1,15$)

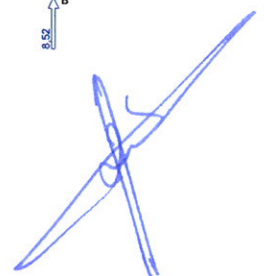
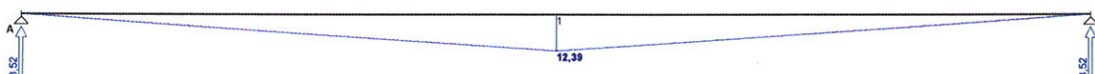
Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):



WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

Przypadek **P1: Przypadek 1**

Momenty zginające [kNm]:



Siły poprzeczne [kN]:



ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA

Wykorzystanie rezerwy plastycznej przekroju: tak;

Parametry analizy zwichrzenia:

- obciążenie przyłożone na pasie górnym belki;
- obciążenie działa w dół;
- brak stężeń bocznych na długości przęseł belki;

WYMIAROWANIE WG PN-90/B-03200



Przekrój: **2 C 140**, połączone spoinami ciągłymi

$$A_v = 19,6 \text{ cm}^2, m = 32,0 \text{ kg/m}$$

$$J_x = 1210 \text{ cm}^4, J_y = 250 \text{ cm}^4, J_\omega = 1880 \text{ cm}^6, J_T = 6,01 \text{ cm}^4, W_x = 173 \text{ cm}^3$$

Stal: **St3**

Nośności obliczeniowe przekroju:

- zginanie: klasa przekroju 1

$$M_R = 40,76 \text{ kNm}$$

- ścinanie: klasa przekroju 1

$$V_R = 244,41 \text{ kN}$$

Nośność na zginanie

Przekrój $z = 1,50 \text{ m}$

Współczynnik zwichrzenia $\phi_L = 0,868$

Moment maksymalny $M_{\max} = 12,39 \text{ kNm}$

$$(52) \quad M_{\max} / (\phi_L \cdot M_R) = 0,350 < 1$$

Nośność na ścinanie

Przekrój $z = 0,00 \text{ m}$

Maksymalna siła poprzeczna $V_{\max} = 8,52 \text{ kN}$

$$(53) \quad V_{\max} / V_R = 0,035 < 1$$

Nośność na zginanie ze ścinaniem

$$V_{\max} = 8,52 \text{ kN} < V_o = 0,3 \cdot V_R = 73,32 \text{ kN} \rightarrow \text{warunek niemiarodajny}$$

Stan graniczny użytkowania

Przekrój $z = 1,50 \text{ m}$

Ugięcie maksymalne $f_{k,\max} = 3,29 \text{ mm}$

Ugięcie graniczne $f_{gr} = l_o / 350 = 3000 / 350 = 8,57 \text{ mm}$

$$f_{k,\max} = 3,29 \text{ mm} < f_{gr} = 8,57 \text{ mm} \quad (38,4\%)$$

1.2. Barierki na poziomie stropu (+23,434)

W poziomie stropu występują liczne otwory pod rusztami kół nośnych sztankietów, mostów i in., które zabezpieczone są balustradami – barierkami.

Wg szczegółowej inwentaryzacji ciężar barierek wynosi:

nazwa	materiał	masa jednostk. kg/m	wymiar m	ilość szt	masa całkowita
barierka dłuższa					
słupek	rura 40x40x2	2,25	1,11	8	19,98
słupek	rura 40x40x3	3,17	1,11	8	28,15
barierka $[0,56 + (4,40-0,25)] \times 2$	rura 40x40x2	2,25	9,42	1	21,20
barierka $[0,56 + (4,40-0,25)] \times 3$	rura 40x40x3	3,17	9,42	1	29,86
					41,18
	$41,18/4,45 \times 1,08 = 8,56 \text{ kg/m}^2$				
barierka krótsza					
słupek	rura 40x40x2	2,25	1,11	8	19,98
	rura 40x40x3	3,17	1,11	8	28,15
barierka $(3,45+0,56) \times 2$	rura 40x40x2	2,25	8,02	1	18,05
	rura 40x40x3	3,17	8,02	1	25,42
					38,03
barierka długa	$38,03/3,45 \times 1,08 = 10,2 \text{ kg/m}^2$				
słupek	rura 40x40x2	2,25	1,11	16	39,96
	rura 40x40x3	3,17	1,11	16	56,30
barierka $(8,10+0,56) \times 2$	rura 40x40x2	2,25	17,32	1	38,97
	rura 40x40x3	3,17	17,32	1	54,90
					78,93
	$78,93/8,10 \times 1,08 = 9,02 \text{ kg/m}^2$				

Ciężar barierek na 1 m^2 wyciętego stropu wynosi $10,2 \text{ kg/m}^2$, natomiast ciężar stropu wynosi:

Panele:

$2[70 \times 50 \times 4; m = 4,80 \text{ kg/mb}]$

blacha $\neq 5 \times 290$ żeberkowana owalnie; $m = 41,4 \text{ kg/m}^2$

żebra $\neq 4 \times 66 \times 302$, 3 szt; $m = 2,55 \text{ kg/mb}; Q = 0,765 \text{ kg}$

blacha podp. $\neq 4 \times 60 \times 260$, 2 szt; $m = 2,36 \text{ kg/mb}; Q = 0,61 \text{ kg}$

1 panel podłogowy:

$Q_1 = 101,19 \text{ kg}; Q_2 = 90,38 \text{ kg}$

dodatek na łączniki + częściowy współczynnik bezpieczeństwa γ_f

$Q_{10} = 101,19 \text{ kg} \times 1,02 \times 1,1 = 113,54 \text{ kg}$

$Q_{20} = 90,38 \text{ kg} \times 1,02 \times 1,1 = 101,41 \text{ kg}$

ciężar $1 \text{ m}^2 - 3$ panele

„1” – $77,41 \text{ kg/m}^2$

„2” – $76,05 \text{ kg/m}^2$

Do obliczeń przyjęto $78,0 \text{ kg/m}^2 = 0,78 \text{ kN/m}^2$ i pominięto ciężar barierek, traktując strop jako pełny tzn. bez otworów.

1.3. Obciążenia

o dach nad sceną



Pokrycie z papy ułożone jest na płytach korytkowych DKZ 300 z ociepleniem.

papa

ocieplenie $1,5 \text{ kg/m}^2$

nadbeton $0,06 \text{ m} \times 2200 \text{ kg/m}^3$ $0,16 \text{ kg/m}^2$

beton pachwinowy $2 \times 0,5 \times 0,10 \times 0,05 \times 2200$ $132,0 \text{ kg/m}^2$

płyty BKZ $30,0 \text{ kg/m}^2$

$90,0 \text{ kg/m}^2$

$253,5 \text{ kg/m}^2$

$$q_0 - 253,5 \times 1,1 = 278,85 \text{ kg/m}^2$$

przyjęto do obliczeń – $2,8 \text{ kN/m}^2$

o śnieg

$$Q = 0,7$$

$$Q_0 = 0,7 \text{ kN/m}^2 \times 1,5 = 1,05 \text{ kN/m}^2$$

o obciążenie płatwi

obciążenie stałe $2,8 \text{ kN/m}^2$

obciążenie zmienne $1,05 \text{ kN/m}^2$

$3,85 \text{ kN/m}^2$ przyjęto $4,0 \text{ kN/m}^2$

o obciążenie liniowe płatwi D-1 (HEB-140)

$$q = 4,0 \text{ kN/m}^2 \times 3,0 \text{ m} = 12,0 \text{ kN/m}$$

o obciążenie węzłów pasa górnego dźwigara WK2

VR = 24,74 kN – reakcja płatwi D-1

Obciążenie pasa dolnego WKZ

$$q_0 = 4,0 \text{ kN/m}^2 \times 4,4 \text{ m} = 17,6 \text{ kN/m}$$

1.4. Obciążenia – sztankiety

Założenia:

- koło jednorowkowe + obudowa
- koło trzyrowkowe + obudowa

14,7 kg
27,4 kg



- belka wyciągu elektrycznego $104,3 \text{ kg} \times 1,1 = 114,73 - 115 \text{ kg}$
- belka wyciągu nr 42 $91,3 \text{ kg} \times 1,1 = 100,43 - 101 \text{ kg}$
- wyciągi linowe elektryczne- sztankiety z napędem elektrycznym – 18 szt, masa przeciwwagi = ciężar belki + 50% obc. użytkowego

obciążenia punktowe

- E – sztankiety elektryczne
 - $(400+115+42) \times 2 = 557 \times 2 = 1114 \text{ kg} - 11,2 \text{ kN}$
 - 11,2 kN/ koło zbiorcze
 - 2,0 kN/ 1 linę
- R – sztankiety ręczne
 - $(250+100+42) \times 2 = 400 \times 2 = 800,0 \text{ kg} - 8,0 \text{ kN}$
 - 8,0 kN/ koło zbiorcze
 - 1,5 kN/ 1 linę
- Ła – sztankiety łamane
 - Lewe – sterowane ręcznie z lewej galerii
 - Prawe – elektryczne na prawej ścianie
 - $(150+50+42) \times 2 = 250,0 \text{ kg} - 2,5 \text{ kN}$
 - 2,5 kN/ koło zbiorcze
 - 0,63 kN/ 1 linę
- Łu – sztankiety łukowe
 - $(600+175+42) \times 2 = 1634,0 \text{ kg} - 16,5 \text{ kN}$
 - 16,5 kN/ koło zbiorcze
 - 2,1 kN/ 1 linę
- Most
 - $4250 \times 2 = 8500,0 \text{ kg} - 85,0 \text{ kN}$
 - 85 kN/ koło zbiorcze (2 szt)
 - 42,5 kN/koło zbiorcze
 - 7,1 kN/1 linę

1.5. Ruszty kół

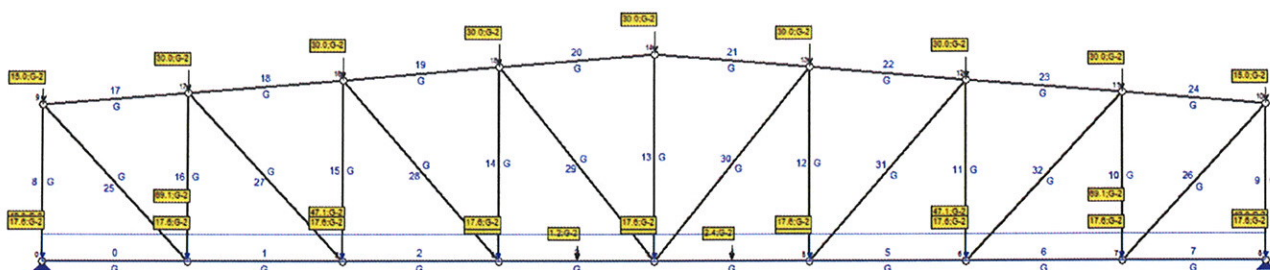
W płaszczyznach kratownic, pomiędzy pasem dolnym i górnym na belkach pośrednich B2 i B1 – [180 w skrajnych polach i [140 w pozostałych – oparte są ruszty nośne kół – pomiary inwentaryzacyjne zamieszczono na rys. nr A01- A05.

1.6. Obliczenia

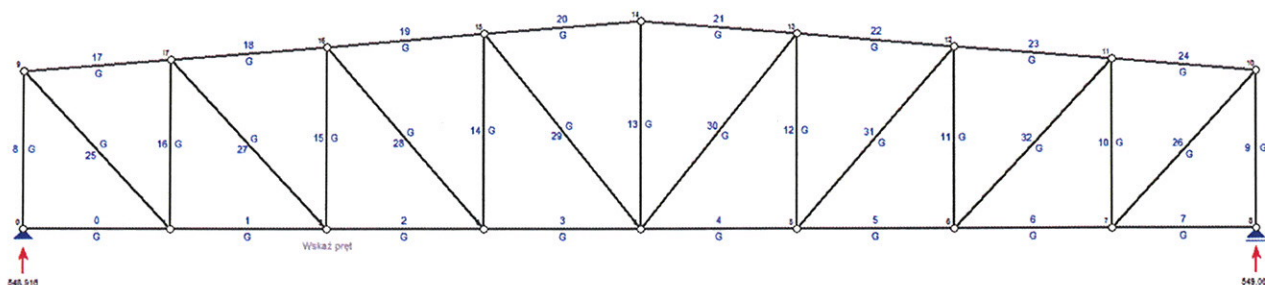
- Obliczenia wykonano dla dwóch podstawowych schematów:
- obliczenia kratownicy pełnym układem obciążeń wg wykonanej inwentaryzacji,
- obliczenia wykonano wg teorii I rzędu w zakresie liniowo-sprężystym, a ciężary własne elementów np. belek rusztu program obliczeniowy uwzględnił automatycznie
- obciążenia kratownicy WK3 – siły skupione – są reakcjami pojedynczych elementów np. rusztów obliczonych w pierwszym etapie obliczeń – por. Zał. Nr 3.
- wszystkie obliczenia wykonano zgodnie z PN-90/B-03200.

2. OBLICZENIA WK3.

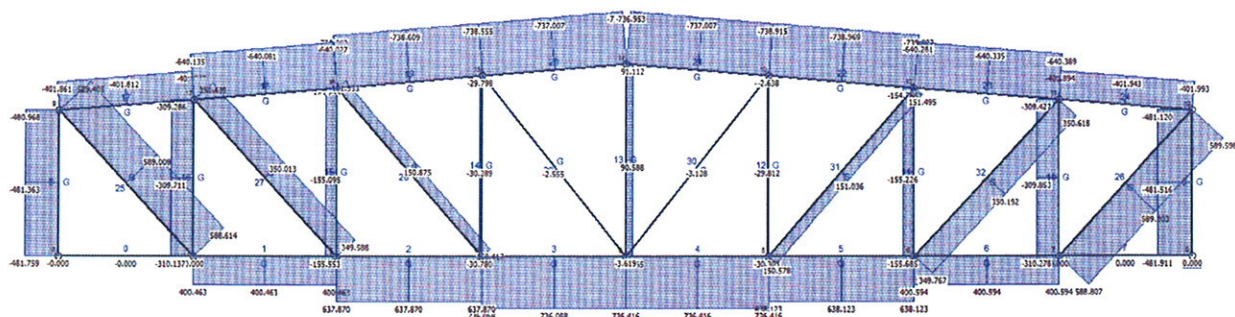
Przypadek 1



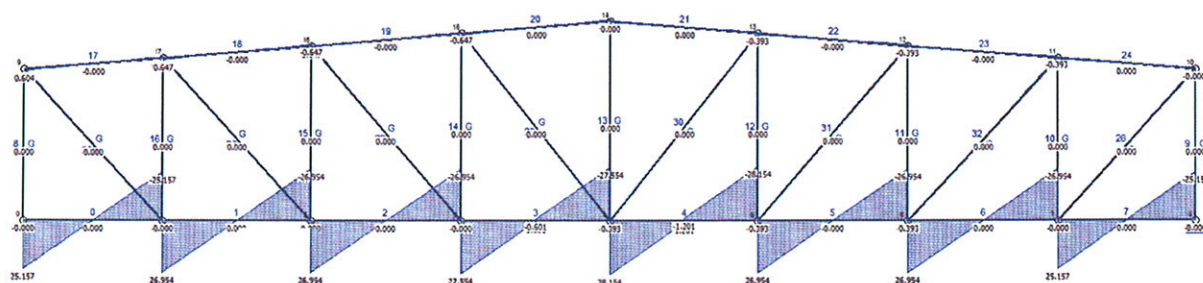
Reakcje



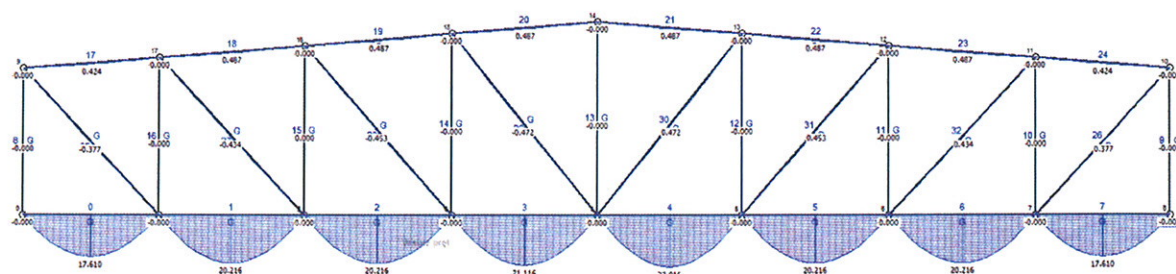
Sily osiowe



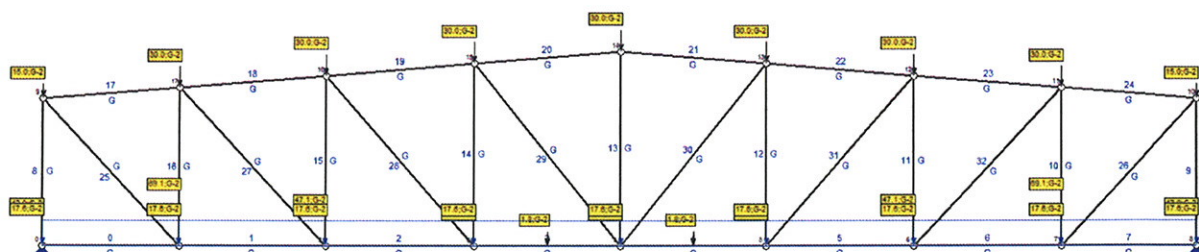
Sily tnące



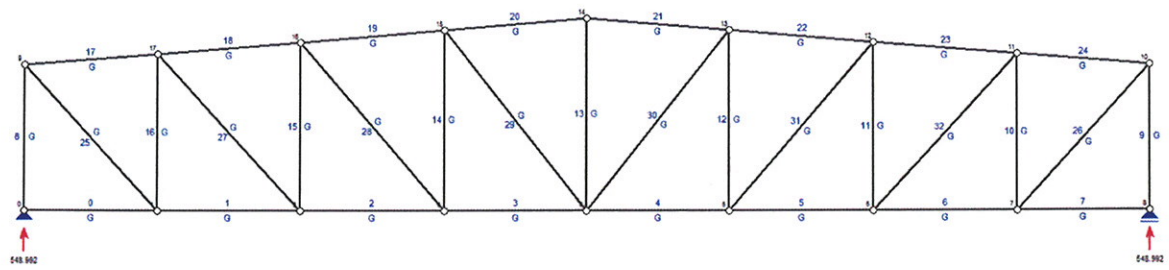
Momenty zginające



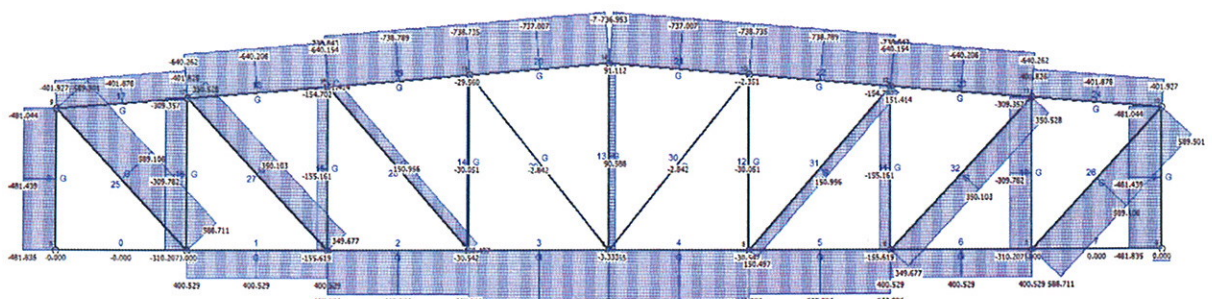
Przypadek 2



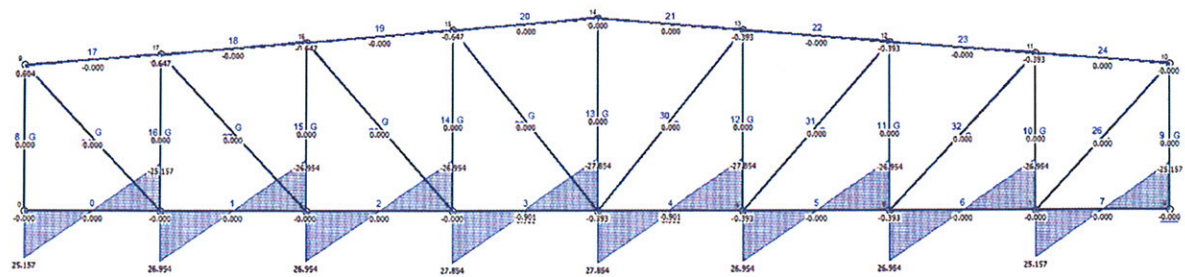
Reakcje



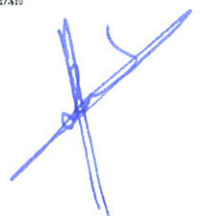
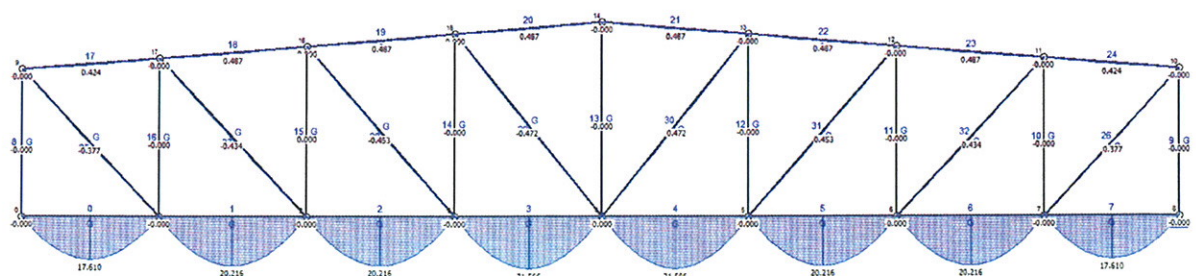
Siły osiowe



Siły tnące



Momenty zginające

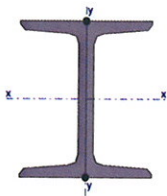


Maksymalne siły dla poszczególnych przypadków:

Przypadek 1: $N = 739,609 \text{ kN}$; $T = 28,154 \text{ kN}$; $M = 22,016 \text{ kNm}$,

Przypadek 2: $N = 738,789 \text{ kN}$; $T = 27,854 \text{ kN}$; $M = 21,566 \text{ kNm}$.

Jak widać przypadek 2 jest niekorzystniejszy, jest przypadek – schemat, gdzie dwie wciągarki mobilne o nośności po 500,0 kg każda usytuowane są pośrodkowo po obu stronach kratownicy, a w polu obok usytuowane są również dwie wciągarki o nośności po 250,0 kg każda po obu stronach kratownicy.



Dla 2 C160 Cechy geometryczne przekroju wynoszą:

$$\begin{aligned} A &= 48,00 \text{ cm}^2 & A_{vy} &= 24,00 \text{ cm}^2 & A_{vx} &= 27,30 \text{ cm}^2 \\ J_x &= 1850 \text{ cm}^4 & J_y &= 333,1 \text{ cm}^4 \\ W_x &= 232,0 \text{ cm}^3 & W_y &= 51,25 \text{ cm}^3 \\ i_x &= 6,210 \text{ cm} & i_y &= 2,634 \text{ cm} & i_1 &= 1,890 \text{ cm} \\ A_L &= 0,770 \text{ m}^2/\text{mb} & A_G &= 20,47 \text{ m}^2/\text{t} \\ U/A &= 160,3 \text{ m}^{-1} & m &= 37,60 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

Sprawdzenie nośności przekroju:

$$\sigma = N/A = 73.960,9 \text{ kg}/48 \text{ cm}^2 = 1.540,85 \text{ kg}/\text{cm}^2 < f = 2.200,0 \text{ kg}/\text{cm}^2 = 220,0 \text{ MPa},$$

$$\sigma = M/W = 215.660,0 \text{ kgcm}/232,0 \text{ cm}^3 = 929,57 \text{ kg}/\text{cm}^2 < R = 2.200,0 \text{ kg}/\text{cm}^2 = 220,0 \text{ MPa}.$$

Warunki bezpieczeństwa są spełnione.

mgr inż. Jan Lech ZIOBERSKI

upr. bud. nr 165/83/WBPP 828 84 UW
upr. konserw. 26/95 PSOZ-Wr

Załącznik Nr 5

Rysunki

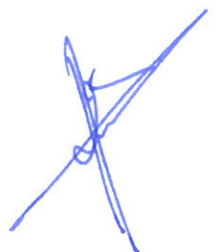
Rys. nr A01 – Rzut dachu

Rys. nr A02 – Rzut rusztów stalowych

Rys. nr A03 – Rzut pomostów

Rys. nr A04 – Rozmieszczenie kół stalowych na rusztach wraz z oznaczeniem sztankietów, które ulegają zamianie z ręcznych na elektryczne i zwiększeniem ich nośności.

Rys. nr A05 – Wiązar kratowy WK2



1111

GRANICA OPRACOWANIA

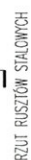


DATA	EKSPERTYZA ZWIANY WŁACIWIŁ RZĄCZNY NA WCIĄGACH ELEKTRYCZNYCH W OPRZĘDZIE WRODZĄSKIEJ		DATA	20.2016
NR ZAK	OPERA WRODZĄSKA	SWENICKA 35, 50-066 WROCLAW	NR DYS	A01
PROJEKT	MGR INŻ. JAN LECH JORDANOWSKI		DATA	
WYKONANIE	MGR INŻ. ANNA KASPERKIEWICZ		SWIATA 1:50	
ZŁUT DACHU				

RZUI DACHU

1111

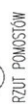
GRANICA OPRACOWANIA

[illegible]

DATA	09.2016
ORA	1:50

1111

1

[illegible]

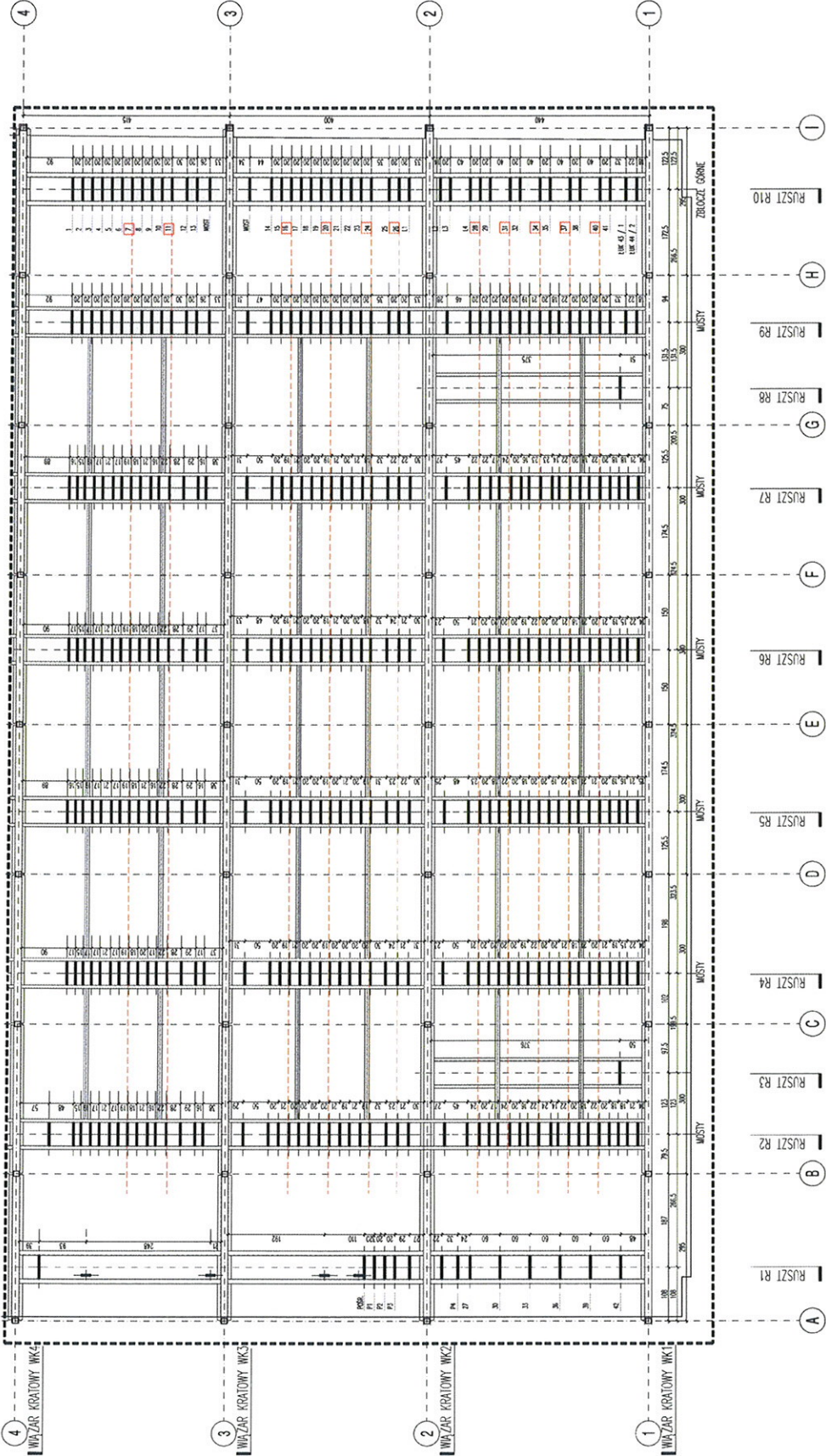
DATA	09.2016
SHOLA	1:50

LEGENDA:

GRANICA OPRACOWANIA

SZTAKIET PODLEGAJĄCY ZMIANIE Z
RĘCZNEGO NA ELEKTRYCZNY

37



ROZMIESZCZENIE KŁ. NA RUSZTACH

TEMAT	PROJEKTOWANIE KŁ. NA RUSZTACH
INWESTOR	OPERA WARSZAWA
ADRES	ul. SWIENICKA 15, 00-066 WRODZAW
PROJEKTOWY	OPERA WARSZAWA
DATA	09.09.2015
SKALA	1:50

[Handwritten signature]

