SPIS ZAWARTOŚCI PROJEKTU

I. DOKUMENTY WYMAGANE PRZEPISAMI SZCZEGÓŁOWYMI 4

1. OŚWIADCZENIE PROJEKTANTA I SPRAWDZAJĄCEGO 4
2. UPRAWNIENIA I ZAŚWIADCZENIA O PRZYNALEŻNOŚCI DO IZB ZAWODOWYCH PROJEKTANTA I SPRAWDZAJACEGO 5
3. WYRYS Z MAPY EWIDENCYJNEJ 9
4. PROJEKTOWANA CHARAKTERYSTYKA ENERGETYCZNA 10

II. OCENA STANU TECHNICZNEGO 11

1. ZALECENIA EKSPLOATACYJNO-REMONTOWE 11
   - 1.1. Obudowa ścian 11
   - 1.2. Przekrycie dachu 11
   - 1.3. Świetliki dachowe 11
   - 1.4. Odwodnienie dachu 12
   - 1.5. Pomosty i drabiny 12
   - 1.6. Stalowa konstrukcja nośna 12
2. PODSUMOWANIE ORAZ WNIOSKI KOŃCOWE 12

III. OPIS TECHNICZNY 13

1. PRZEDMIOT I ZAKRES OPRACOWANIA 13
2. OPIS ZAGOSPODAROWANIA TERENU 13
3. CHARAKTERYSTYKA OBIEKTU 13
4. PRZEZNACZENIE I PROGRAM UŻYTKOWY OBIEKTU 14
5. INFORMACJE O OBSZARZE ODDZIAŁYWANIA OBIEKTU 14
6. WARUNKI OCHRONY PRZECIWPOŻAROWEJ 15
7. ZABEZPIECZENIA PRZED WPŁYWEM EKSPLOATACJI GÓRNICZEJ 16
8. WARUNKI GEOTECHNICZNE 16
9. CHARAKTERYSTYKA EKOLOGICZNA 16
10. PRZEBUDOWA DŹWIGARÓW DACHOWYCH (ETAP I) 16
    - 10.1. Prace rozbiórkowe 16
    - 10.2. Projektowane elementy 17
11. TERMOMODERNIZACJA BUDYNKU HALOWEGO (ETAP II) 19
    - 11.1. Prace rozbiórkowe 19
    - 11.2. Projektowane elementy 19
12. ZAKRES PROJEKTU I SPOSÓB PROWADZENIA PRAC ZWIĄZANYCH Z POZOSTAŁYMI ELEMENTAMI, KTÓRE NIE ZOSTAŁY WYMIENIONE W OPRACOWANIU 25
13. INNE 25

IV. INFORMACJA DOTYCZĄCA PLANU BIOZ 26

V. WYNIKI OBLICZEŃ STATYCZNO-WYTRZYMAŁOŚCIOWYCH 33

1. DŹWIGAR DACHOWY 33
   - 1.1. Materiały 33
   - 1.2. Przekroje poprzeczne 33
   - 1.3. Geometria dźwigara 33
   - 1.4. Przypadki obciążeń 34
   - 1.5. Grupy obciążeń (Eurokod-PL) 34
   - 1.6. Wyniki obliczeń statyczno-wytrzymałościowych 35
2. ZASTRZAŁ 65

Biuro Analiz, Projektów i Wdrożeń „PROGRESSUS”
40-159 Katowice, ul. Jesionowa 9A
tel./ fax: 32 258-31-47 www.progressus.pl

VI. ZESTAWIENIA STALI KONSTRUKCYJNEJ PROJEKTOWANYCH DŹWIGARÓW DACHOWYCH 72

VII. CZĘŚĆ RYSUNKOWA PROJEKTU 74

RYS. 0 LOKALIZACJA BUDYNKU HALI (-)
RYS. I-1 DŹWIGAR D1- WIDOK 1-1, 2-2 (1:10)
RYS. I-2 DŹWIGAR D1- WIDOK 3-3 (1:10)
RYS. I-3 DŹWIGAR D1- WIDOK 4-4 (1:10)
RYS. I-4 DŹWIGAR D2- WIDOK 5-5, 6-6 (1:10)
RYS. I-5 DŹWIGAR D2- WIDOK 7-7 (1:10)
RYS. I-6 DŹWIGAR D2- WIDOK 8-8 (1:10)
RYS. I-7 RYSUNKI SZCZEGÓŁÓW (1:10, 1:50, 1:200)
RYS. II-1 RZUT DACHU- STAN ISTNIEJĄCY (1:200)
RYS. II-2 ELEWACJA PÓŁNOCNA I POŁUDNIOWA- STAN ISTNIEJĄCY (1:200)
RYS. II-3 ELEWACJA WSCHODNIA I ZACHODNIA- STAN ISTNIEJĄCY (1:200)
RYS. II-4 RZUT DACHU- ELEMENTY DO ROZBIÓRKI (1:200)
RYS. II-5 ELEWACJA PÓŁNOCNA I POŁUDNIOWA- ELEMENTY DO ROZBIÓRKI (1:200)
RYS. II-6 ELEWACJA WSCHODNIA I ZACHODNIA- ELEMENTY DO ROZBIÓRKI (1:200)
RYS. II-7 RZUT DACHU- STAN PROJEKTOWANY (1:200)
RYS. II-8 UKŁAD PŁYT TRAPEZOWYCH PRZEKRYCIA DACHOWEGO (1:200)
RYS. II-9 ELEWACJA PÓŁNOCNA I POŁUDNIOWA- STAN PROJEKTOWANY (1:200)
RYS. II-10 ELEWACJA WSCHODNIA I ZACHODNIA- STAN PROJEKTOWANY (1:200)
RYS. II-11A ELEWACJE – KOLORYSTYKA (1:250)
RYS.II-11B ELEWACJE – KOLORYSTYKA; WIDOK 3D OBIEKTU (-)
RYS. II-12 LOKALIZACJA PROJEKTOWANYCH ŚCIAN MUROWANYCH POZIOM „0” (1:200)
RYS. II-13 LOKALIZACJA PROJEKTOWANYCH ŚCIAN MUROWANYCH POZIOM „1” (1:200)
RYS. II-14 PROJEKTOWANE ŚCIANY MUROWANE- PRZEKROJE (1:20)
RYS. II-15 DETALE ARCHITEKTONICZNE ŚCIAN (-)
RYS. II-16 DETALE ARCHITEKTONICZNE ŚCIAN (-)
RYS. II-17 DETALE ARCHITEKTONICZNE ŚWIETLIKÓW DACHOWYCH (-)
RYS. II-18 DETALE ARCHITEKTONICZNE BRAM (-)
RYS. II-19 DETALE ARCHITEKTONICZNE DACHU (-)
RYS. II-20 ZESTAWIENIE ZEWNĘTRZNEJ STOLARKI OKIENNEJ I DRZWIOWEJ (1:100)
RYS. II-21 ZESTAWIENIE WEWNĘTRZNEJ STOLARKI DRZWIOWEJ (1:100)

Biuro Analiz, Projektów i Wdrożeń „PROGRESSUS”
40-159 Katowice, ul. Jesionowa 9A
tel./ fax: 32 258-31-47 www.progressus.pl

I. DOKUMENTY WYMAGANE PRZEPISAMI SZCZEGÓŁOWYMI

1. OŚWIADCZENIE PROJEKTANTA I SPRAWDZAJĄCEGO

Na podstawie art. 20 ust. 4 ustawy z dn. 7 lipca 1994 Prawo budowlane, Dz. U. z 2017 r. poz. 1332 (tekst jednolity) wraz z późniejszymi zmianami oświadczamy, że projekt:

ADRES:	**41-117 GLIWICE, UL. TOSZECKA 102**
OBRĘB:	**SZOBISZOWICE**
JEDN. EWIDENCYJNA:	**246601_1.0049, GLIWICE**
INWESTOR:	**OŚRODEK BADAWCZO – ROZWOJOWY URZĄDZEŃ MECHANICZNYCH „OBRUM" Sp. z o.o. 44-117 GLIWICE, UL. TOSZECKA 102**
TEMAT:	**PROJEKT PRZEBUDOWY ŚWIETLIKÓW DACHOWYCH ORAZ TERMOMODERNIZACJI HALI PRODUKCYJNEJ**

sporządzony został zgodnie z obowiązującymi przepisami, zasadami wiedzy technicznej i spełnia wymogi celu, któremu ma służyć.

Projektant:

……
dr inż. Rafał Domagała
upr. bud. SLK/5845/PWBKb/15

Sprawdzający:

……
dr inż. Wojciech Mazur
upr. bud. SLK/5846/PWBKb/16

Biuro Analiz, Projektów i Wdrożeń „PROGRESSUS"
40-159 Katowice, ul. Jesionowa 9A
tel./ fax: 32 258-31-47 www.progressus.pl

2. UPRAWNIENIA I ZAŚWIADCZENIA O PRZYNALEŻNOŚCI DO IZB ZAWODOWYCH PROJEKTANTA I SPRAWDZAJACEGO

ŚLĄSKA OKRĘGOWA IZBA INŻYNIERÓW BUDOWNICTWA

SLK/OKK/7131.7132/5845/15

Katowice, dnia 22 czerwca 2015 r.

DECYZJA

Na podstawie art. 12 ust. 2, 3, 4, art. 13, art. 14 ust. 1 pkt. 2 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (Dz.U. z 2013 r., poz. 1409 z późn. zm.), § 10 i § 12 ust. 1 pkt. 1 i 2 rozporządzenia Ministra Infrastuktury i Rozwoju z dnia 11 września 2014 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (Dz.U. z 2014 r., poz. 1278) oraz na podstawie art. 24 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 15 grudnia 2000r. o samorządach zawodowych architektów, inżynierów budownictwa oraz urbanistów (Dz.U. z 2013 r., poz. 932 z późn. zm.), po ustaleniu, że zostały spełnione warunki w zakresie przygotowania zawodowego oraz po złożeniu egzaminu na uprawnienia budowlane z wynikiem pozytywnym

Pan Rafał Domagała
dr inż. budownictwa
ur. dnia 26 maja 1981 w Rybniku

otrzymuje

UPRAWNIENIA BUDOWLANE
numer ewidencyjny SLK/5845/PWBKb/15
do projektowania i kierowania robotami budowlanymi
w specjalności konstrukcyjno - budowlanej bez ograniczeń

Zakres uprawnień:

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

UZASADNIENIE

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

Od niniejszej decyzji służy prawo odwołania do Krajowej Komisji Kwalifikacyjnej Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa w Warszawie, za pośrednictwem Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej ŚIOIIB w Katowicach w terminie 14 dni od dnia jej doręczenia.

Otrzymują:
1. Pan Rafał Domagała
   Marynarska 11
   44-200 Rybnik
2. Okręgowa Rada Izby
3. Główny Inspektor
   Nadzoru Budowlanego
4. a/a.

Skład orzekający OKK

1. mgr inż. Piotr Szatkowski
2. inż. Hieronim Spiżewski
3. mgr inż. Zbigniew Dzierżewicz

Biuro Analiz, Projektów i Wdrożeń „PROGRESSUS"
40-159 Katowice, ul. Jesionowa 9A
tel./ fax: 32 258-31-47 www.progressus.pl

POLSKA
IZBA
INŻYNIERÓW
BUDOWNICTWA

Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

SLK-THV-WAP-KVU *

Pan Rafał Domagała o numerze ewidencyjnym SLK/BO/9178/15
adres zamieszkania ul. Marynarska 11, 44-200 Rybnik
jest członkiem Śląskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.
Niniejsze zaświadczenie jest ważne do dnia 2019-07-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2018-07-11 roku przez:

Roman Karwowski, Przewodniczący Rady Śląskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

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

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

Podpis jest prawidłowy

Biuro Analiz, Projektów i Wdrożeń „PROGRESSUS”
40-159 Katowice, ul. Jesionowa 9A
tel./ fax: 32 258-31-47 www.progressus.pl

ŚLĄSKA OKRĘGOWA IZBA INŻYNIERÓW BUDOWNICTWA

SLK/OKK/7131.7132/5846/15

Katowice, dnia 20 czerwca 2016 r.

DECYZJA

Na podstawie art. 12 ust. 2, 3, 4, art. 13, art. 14 ust. 1 pkt. 2 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (Dz.U. z 2016 r., poz. 290), § 10 i § 12 ust. 1 rozporządzenia Ministra Infrastuktury i Rozwoju z dnia 11 września 2014 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (Dz.U. z 2014 r., poz. 1278) oraz na podstawie art. 24 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 15 grudnia 2000r. o samorządach zawodowych architektów oraz inżynierów budownictwa (Dz.U. z 2014 r., poz. 1946 z późn. zm.), po ustaleniu, że zostały spełnione warunki w zakresie przygotowania zawodowego oraz po złożeniu egzaminu na uprawnienia budowlane z wynikiem pozytywnym

Pan Wojciech Mazur
mgr inż. budownictwa
ur. dnia 23 kwietnia 1985 w Jastrzębiu Zdroju

otrzymuje

UPRAWNIENIA BUDOWLANE
numer ewidencyjny SLK/5846/PWBKb/16
do projektowania i kierowania robotami budowlanymi
w specjalności konstrukcyjno - budowlanej bez ograniczeń

Zakres uprawnień:

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

UZASADNIENIE

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

Od niniejszej decyzji służy prawo odwołania do Krajowej Komisji Kwalifikacyjnej Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa w Warszawie, za pośrednictwem Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej SIOIIB w Katowicach w terminie 14 dni od dnia jej doręczenia.

Otrzymują:
1. Pan Wojciech Mazur
   Piaskowa 3
   44-207 Rybnik
2. Okręgowa Rada Izby
3. Główny Inspektor Nadzoru Budowlanego
4. a/a.

Skład orzekający OKK

1. **mgr inż. Piotr Szatkowski**
2. **inż. Hieronim Spiżewski**
3. **mgr inż. Zbigniew Dzierżewicz**

Biuro Analiz, Projektów i Wdrożeń „PROGRESSUS"
40-159 Katowice, ul. Jesionowa 9A
tel./ fax: 32 258-31-47 www.progressus.pl

POLSKA
IZBA
INŻYNIERÓW
BUDOWNICTWA

Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

SLK-TB3-Z1Q-CRZ *

Pan Wojciech Mazur o numerze ewidencyjnym SLK/BO/9681/16
adres zamieszkania ul. Piaskowa 3, 44-207 Rybnik
jest członkiem Śląskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.
Niniejsze zaświadczenie jest ważne do dnia 2019-08-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2018-08-14 roku przez:

Roman Karwowski, Przewodniczący Rady Śląskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

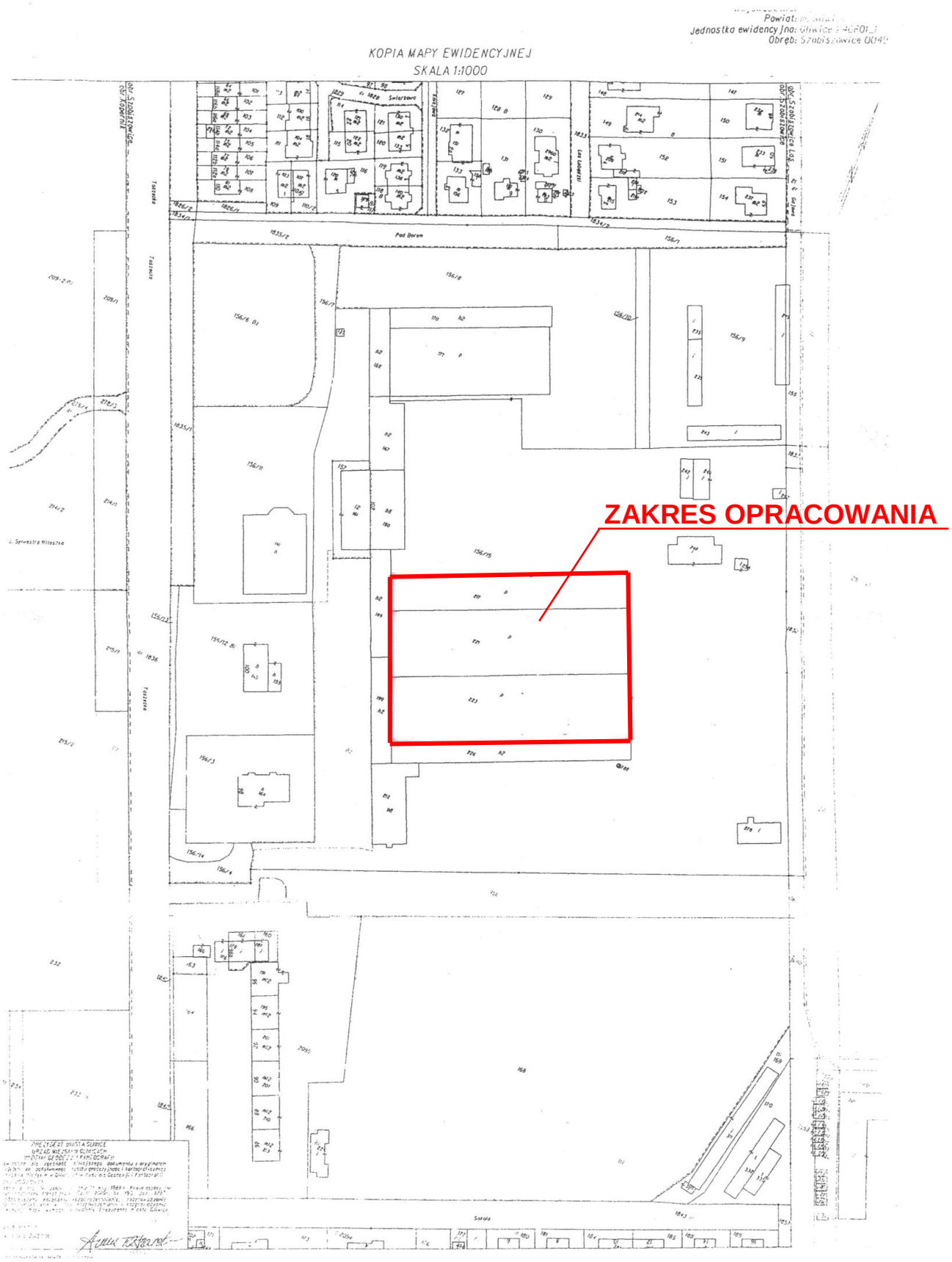
(Zgodnie art. 5 ust 2 ustawy z dnia 18 września 2001 r. o podpisie elektronicznym (Dz. U. 2001 Nr 130 poz. 1450) dane w postaci elektronicznej opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu są równoważne pod względem skutków prawnych dokumentom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

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

Podpis jest prawidłowy

Biuro Analiz, Projektów i Wdrożeń „PROGRESSUS"
40-159 Katowice, ul. Jesionowa 9A
tel./ fax: 32 258-31-47 www.progressus.pl

3. WYRYS Z MAPY EWIDENCYJNEJ



Biuro Analiz, Projektów i Wdrożeń „PROGRESSUS"
40-159 Katowice, ul. Jesionowa 9A
tel./ fax: 32 258-31-47 www.progressus.pl

4. PROJEKTOWANA CHARAKTERYSTYKA ENERGETYCZNA

LICZBA KONDYGNACJI (NADZIEMNE + PODZIEMNE) 1 + 0
POWIERZCHNIA O REGULOWANEJ TEMPERATURZE 8288 m^2

WSKAŹNIK ROCZNEGO ZAPOTRZEBOWANIA NA ENERGIĘ UŻYTKOWĄ EU [kWh/(m2·rok)]					
	OGRZEWANIE I WENTYLACJA	CIEPŁA WODA UŻYTKOWA	CHŁODZENIE	OŚWIETLENIE WBUDOWANE	SUMA
[kWh/(m2rok)]	46,9	4,7	0,0		51,5
UDZIAŁ [%]	90,9	9,1	0,0		100,0
WSKAŹNIK ROCZNEGO ZAPOTRZEBOWANIA NA ENERGIĘ UŻYTKOWĄ EU:				**51,5** kWh/(m2·rok)	

WSKAŹNIK ROCZNEGO ZAPOTRZEBOWANIA NA ENERGIĘ KOŃCOWĄ EK [kWh/(m2·rok)]					
RODZAJ NOŚNIKA ENERGII LUB ENERGII	OGRZEWANIE I WENTYLACJA	CIEPŁA WODA UŻYTKOWA	CHŁODZENIE	OŚWIETLENIE WBUDOWANE 9)	SUMA
SYSTEMY CIEPŁOWNICZE LOKALNE - ciepło z ciepłowni węglowej	55,4	9,4	0,0	0,0	64,8
SIEĆ ELEKTROENERGETYCZNA SYSTEMOWA - Energia elektryczna	0,7	0,3	0,0	19,6	20,6
SUMA	56,1	9,7	0,0	19,6	85,4
UDZIAŁ [%]	65,7	11,4	0,0	22,9	100,0
WSKAŹNIK ROCZNEGO ZAPOTRZEBOWANIA NA ENERGIĘ KOŃCOWĄ EK:				**85,4** kWh/(m2·rok)	

WSKAŹNIK ROCZNEGO ZAPOTRZEBOWANIA NA NIEODNAWIALNĄ ENERGIĘ PIERWOTNĄ EP [kWh/(m2·rok)]					
RODZAJ NOŚNIKA ENERGII LUB ENERGII	OGRZEWANIE I WENTYLACJA	CIEPŁA WODA UŻYTKOWA	CHŁODZENIE	OŚWIETLENIE WBUDOWANE 9)	SUMA
SYSTEMY CIEPŁOWNICZE LOKALNE - ciepło z ciepłowni węglowej	72,0	12,2	0,0	0,0	84,2
SIEĆ ELEKTROENERGETYCZNA SYSTEMOWA - Energia elektryczna	2,1	1,0	0,0	58,7	61,9
SUMA	74,1	13,2	0,0	58,7	146,1
UDZIAŁ	50,7	9,1	0,0	40,2	100,0
WSKAŹNIK ROCZNEGO ZAPOTRZEBOWANIA NA NIEODNAWIALNĄ ENERGIĘ PIERWOTNĄ EP:				**146,1** kWh/(m2·rok)	

WSPÓŁCZYNNIKI PRZENIKANIA CIEPŁA (PO TERMOMODERNIZACJI):

1. Ściany zewnętrzne (p. ogrzewane, $t \geq 16\ ^{O}C$): $U = 0{,}23\ W/m^2K \leq U_{max(2017\text{-}2020)} = 0{,}23\ W/m^2K$
2. Dach (p. ogrzewane, $t \geq 16\ ^{O}C$): $U = 0{,}16\ W/m^2K \leq U_{max(2017\text{-}2020)} = 0{,}18\ W/m^2K$
3. Okna (p. ogrzewane, $t \geq 16\ ^{O}C$): $U = 1{,}1\ W/m^2K \leq U_{max(2017\text{-}2020)} = 1{,}1\ W/m^2K$
4. Drzwi zewnętrze i bramy (p. ogrzewane): $U = 1{,}50\ W/m^2K \leq U_{max(2017\text{-}2020)} = 1{,}5\ W/m^2K$

Współczynniki przenikania ciepła dla wymienionych (modernizowanych) przegród będą spełniały wymagania dotyczące izolacyjności cieplnej, określone w Rozporządzeniu w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie z dnia 12 kwietnia 2002 r.

Uwaga. W obliczeniach wskaźników rocznego zapotrzebowania na energię uwzględniono także planowaną modernizację układów ogrzewania i ciepłej wody oraz instalacji oświetlenia budynku.

Katowice, dnia 12.04.2019 r.

.....

Biuro Analiz, Projektów i Wdrożeń „PROGRESSUS"
40-159 Katowice, ul. Jesionowa 9A
tel./ fax: 32 258-31-47 www.progressus.pl

II. OCENA STANU TECHNICZNEGO

Pełnej oceny stanu technicznego konstrukcji obiektu dokonano w opracowaniu pt. „EKSPERTYZA TECHNICZNA BUDYNKU HALI PRODUKCYJNEJ", wykonanym w lipcu 2018 r. (zlec. SL.PO.165/1).

Stan techniczny konstrukcji obiektu od czasu wykonania ww. ekspertyzy nie uległ zmianie.

1. ZALECENIA EKSPLOATACYJNO-REMONTOWE

Uwzględniając duże zróżnicowanie stopnia uszkodzeń elementów, ich naprawa wymaga wykorzystania różnych rozwiązań technologicznych.

1.1. Obudowa ścian

Ze względu na zastosowany materiał – eternit, wszystkie elementy obudowy należy wymienić na nowe.
Wymianę elementów obudowy należy wykonać na podstawie projektu termomodernizacji hali. Zaleca się zastosowanie lekkich, systemowych płyt warstwowych.

1.2. Przekrycie dachu

Ponieważ w halach 1.1.1 i 1.1.2 szczelność istniejącego pokrycia dachowego jest niewystarczająca, stan techniczny żelbetowych płyt dachowych jest zły oraz nośność elementów konstrukcji dachu obciążonego ww. płytami jest przekroczona, należy wymienić całe pokrycie na nowe.
W hali 1.1.3 ze względu na zły stan techniczny warstwy izolacyjnej oraz projektowane zwiększenie obciążeń stałych pokrycia dachowego, istniejące pokrycie dachu (łącznie z blachą trapezową) należy w całości wymienić na nowe.
Nowe elementy obudowy dachu należy wykonać na podstawie projektu termomodernizacji hali. Jako pokrycie dachu zaleca się zastosowanie blachy trapezowej z izolacją (styropian, wełna mineralna, itp.) oraz papy lub membrany dachowej. Nie zaleca się wymiany na płyty warstwowe, których zamki mogłyby być niewystarczająco szczelne.

1.3. Świetliki dachowe

Szczelność oraz izolacyjność termiczna świetlików jest niewystarczająca. W budynku 1.1.1 zaleca się wymianę obudowy świetlików na nową z płyt poliwęglanowych. W budynkach 1.1.2 i 1.1.3 zaleca się wymianę całych świetlików na nowe – systemowe. Należy wziąć pod uwagę możliwość likwidacji części świetlików.
Należy rozważyć możliwość przebudowania w hali 1.1.1 skrajnych dźwigarów dachowych pełniących jednocześnie funkcję świetlika, wystających poza obrys budynku. Wraz z przebudową skrajnych dźwigarów może się również okazać konieczność przebudowy słupów oraz/lub płatwi dachowych w dwóch skrajnych polach hali. Przebudowę dźwigarów, płatwi i słupów należy wykonać na podstawię projektu budowlanego.

Biuro Analiz, Projektów i Wdrożeń „PROGRESSUS"
40-159 Katowice, ul. Jesionowa 9A
tel./ fax: 32 258-31-47 www.progressus.pl

1.4. Odwodnienie dachu

Ponieważ obecne rozwiązanie dotyczące odwodnienia dachu jest niewłaściwe należy w projekcie termomodernizacji wydać koryta odwadniające wraz odpowiednią ilością i rozmieszczeniem rur spustowych.

1.5. Pomosty i drabiny

Pomosty i drabiny znajdują się ogólnie w dobrym stanie technicznym, ale wymagają odnowienia zabezpieczenia korozyjnego.
Do prac należy przystąpić po wymianie obudowy hali na nową. Wówczas konstrukcję stalową należy oczyścić z korozji, tj. usunąć płaty rdzy oraz złuszczoną warstwę powłoki malarskiej z powierzchni elementów i węzłów konstrukcji oraz z prześwitów między częściami składowymi kratownic.
Po oczyszczeniu konstrukcji należy ja zabezpieczyć przed korozją.

1.6. Stalowa konstrukcja nośna

Stalowa konstrukcja nośna charakteryzuje się dobrym stanem technicznym dlatego zakres robót powinien obejmować jedynie odnowienie malarskich powłok antykorozyjnych.
Do prac należy przystąpić po demontażu obudowy hali. Wówczas konstrukcję stalową należy oczyścić z korozji, tj. usunąć płaty rdzy oraz złuszczoną warstwę powłoki malarskiej z powierzchni elementów i węzłów konstrukcji oraz z prześwitów między częściami składowymi kratownic.
Po oczyszczeniu konstrukcji należy ja zabezpieczyć przed korozją.

2. PODSUMOWANIE ORAZ WNIOSKI KOŃCOWE

Na podstawie przeprowadzonych oględzin, obliczeń sprawdzających oraz analiz można przyjąć, że w chwili obecnej konstrukcja analizowanej hali znajduje się w zróżnicowanym stanie technicznym i wymaga wykonania prac remontowo-naprawczych podanych w punkcie 1.
Do czasu wykonania ww. prac termomodernizacyjnych (wymiany obudowy ścian i dachu) obiekt można użytkować zgodnie z przeznaczeniem, pod warunkiem usuwania zalegającego na dachu śniegu. Zalegający śnieg należy usuwać na bieżąco. Nie wolno dopuścić do powstania worków (zasp) śnieżnych na dachu przy świetlikach.

……
dr inż. Rafał Domagała
upr. bud. SLK/5845/PWBKb/15

……
dr inż. Wojciech Mazur
upr. bud. SLK/5846/PWBKb/16

Biuro Analiz, Projektów i Wdrożeń „PROGRESSUS”
40-159 Katowice, ul. Jesionowa 9A
tel./ fax: 32 258-31-47 www.progressus.pl

III. OPIS TECHNICZNY

1. Przedmiot i zakres opracowania

Przedmiotem projektu jest wymiana dwóch skrajnych, trójkątnych dźwigarów dachowych pełniących jednocześnie funkcje świetlików (część I) oraz termomodernizacja budynku hali (część II) zlokalizowanego w Ośrodku Badawczo-Rozwojowym Urządzeń Mechanicznych przy ul. Toszeckiej 102 w Gliwicach.

Projekt obejmuje:
- opis techniczny,
- wyniki obliczeń statyczno-wytrzymałościowych projektowanych elementów konstrukcyjnych,
- rysunki budowlane projektowanych elementów konstrukcji budynku
- projektowaną charakterystykę energetyczną budynku.

2. Opis zagospodarowania terenu

Niniejszy projekt nie wprowadza żadnych zmian w zagospodarowaniu terenu, nie projektuje się nowych budynków, nie planuje się rozbudowy budynku zmieniającej bilans powierzchni terenu, nie wprowadza się zmian mających wpływ na istniejący drzewostan i sposób użytkowania obiektu.

3. Charakterystyka obiektu

Przedmiotowy budynek jest produkcyjną halą czteronawową o wymiarach w osiach 75×108 m. Hala została podzielona na 3 obiekty oznaczone symbolami 1.1.1 ÷ 1.1.3. Od strony zachodniej oraz południowej do hali przylegają dwukondygnacyjne budynki biurowe, które są poza zakresem opracowania.

Obiekty 1.1.1 o szerokości 30 m i powierzchni zabudowy 3275 m^2 oraz 1.1.2 o szerokości 2×15 m i powierzchni zabudowy 3346 m^2 wzniesione zostały w 1975 r. jako budynek halowy, trójnawowy. Zasadnicze elementy konstrukcji nośnej stanowią układy poprzeczne rozmieszczone co 12 m, składające się ze słupów dwugałęziowych oraz kratowych dźwigarów dachowych. W hali 1.1.1 dźwigary dachowe zostały zaprojektowane jako przestrzenne, trójkątne pełniące jednoczenie konstrukcję świetlików. W hali 1.1.2 świetliki wykonano na całej długości hali w kalenicy. Pomiędzy dźwigarami, w rozstawie co 3 m i 2,5 m wykonano kratowe płatwie, na których wsparto obudowę dachu. Pokrycie dachu stanowi 2× papa na lepiku ułożona na płycie pilśniowej gr. 6 mm mocowanej do żelbetowych płyt. Obudowę ścian stanowią płyty warstwowe, osłonowe gr. 72 mm wykonane jako płyty eternitowe wypełnione styropianem.

Obiekt 1.1.3 o szerokości 15 m i powierzchni zabudowy 1686 m^2 zaprojektowany i wykonany został jako dobudowa obiektów 1.1.1 i 1.1.2 w 1982 r. Hala 1.1.3 jest budynkiem halowym, jednonawowym. Rozbudowując hale 1.1.1 i 1.1.2 powstał obiekt halowy, czteronawowy. Zasadnicze elementy konstrukcji nośnej stanowią układy poprzeczne rozmieszczone co 12 m, składające się ze słupów dwugałęziowych oraz kratowych dźwigarów dachowych. Świetliki wykonano na całej długości hali w kalenicy. Pomiędzy dźwigarami, w rozstawie co 3 m i 2,5 m wykonano kratowe płatwie, na których wsparto obudowę dachu. Pokrycie dachu stanowi 3× papa na lepiku ułożona na płytach z wełny mineralnej gr. 60 mm na blasze trapezowej. Obudowę ścian stanowią płyty warstwowe, osłonowe typu PW3/A gr. 72 mm (2 warstwy eternitu wypełnione styropianem).

Biuro Analiz, Projektów i Wdrożeń „PROGRESSUS”
40-159 Katowice, ul. Jesionowa 9A
tel./ fax: 32 258-31-47 www.progressus.pl

Dla potrzeb niniejszego opracowania przyjęto następujące oznaczenia osi:

- Oś A – podłużna od strony południowej,
- Osie C, D – podłużne rozdzielające hale 1.1.1 i 1.1.2,
- Oś E – podłużna oddzielająca hale 1.1.1 i 1.1.3,
- Oś F – podłużna od strony północnej,
- Oś 1 – poprzeczna od strony zachodniej,
- Oś 10 – poprzeczna od strony wschodniej.

4. Przeznaczenie i program użytkowy obiektu

Projektowana wymiana dwóch skrajnych dźwigarów dachowych oraz termomodernizacja budynku hali nie zmieniają przeznaczenia i programu użytkowego obiektu. Wprowadzone zmiany skutkują zmianą kubatury o mniej niż 2% kubatury pierwotnej – można zatem przyjąć, że wszystkie parametry i wskaźniki powierzchniowo-kubaturowe nie ulegają istotnej zmianie.

5. Informacje o obszarze oddziaływania obiektu

Przedmiotowy projekt obejmuje wyłącznie roboty budowlane polegające na przebudowie dwóch skrajnych dźwigarów dachowych oraz termomodernizacji budynku hali. Nie zmienia się w żaden sposób pierwotnego charakteru obiektu i nie narusza postanowień Planu Zagospodarowania Przestrzennego.

Biuro Analiz, Projektów i Wdrożeń „PROGRESSUS”
40-159 Katowice, ul. Jesionowa 9A
tel./ fax: 32 258-31-47 www.progressus.pl

Obszar oddziaływania projektowanych robót zamyka się w obszarze nieruchomości będącej własnością inwestora. Projektowana przebudowa i termomodernizacja nie wpływa w żaden sposób na sąsiednie nieruchomości w zakresie wszystkich szczegółowych postanowień Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. 2015 poz. 1422). Hałas generowany podczas projektowanych prac (montaż rusztowań, transport materiałów i prace związane z wymianą dźwigarów oraz ze zdjęciem i ułożeniem płyt warstwowych ścian) nie wykracza poza obszar działki inwestycyjnej – Załącznik do Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 14 czerwca 2007 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku (Dz. U. z 2007 r. Nr 120, poz. 826 z późniejszymi zmianami).

Na podstawie analizy obszaru oddziaływania obiektu obszarem oddziaływania projektowanych prac określa się wyłącznie działkę inwestora – nr dz. 156/15.

6. Warunki ochrony przeciwpożarowej

Rozwiązania zastosowane w projekcie nie zmieniają istniejących warunków bezpieczeństwa pożarowego obiektu.

- Klasyfikacja pożarowa: PM (budynek produkcyjno-magazynowy)
- Maksymalna gęstość obciążenia ogniowego: Q ≤ 500 MJ/m^2
- Klasa odporności pożarowej: E

Projektowane rozwiązania

- Ściany rozdzielające projektowany budynek halowy od przylegającego od stron zachodniej i południowej budynku dwukondygnacyjnego biurowo-socjalnego (nie objętego opracowaniem) należy odgrodzić ścianą murowaną YTONG PP4/0.6 S o grubości 20 cm o odporności ogniowej min. REI 60.
- Drzwi oraz bramy montowane w ścianie rozdzielające projektowany budynek halowy od przylegającego budynku dwukondygnacyjnego biurowo-socjalnego powinny charakteryzować się klasą odporności ogniowej min. EI 60.
- Obudowę ścian zewnętrznych, na styku z sąsiadującymi obiektami biurowo-socjalnymi, na długości 6,0 m (2× 3,0 m), należy wykonać z płyt warstwowych Paneltech PWW-S z rdzeniem z wełny mineralnej o grubości 200 mm, których odporność ogniowa wynosi EI 60.
- Okna montowane w pasie o szerokości 6,0 m od sąsiadującego obiektu biurowo-socjalnego powinny charakteryzować się klasą odporności ogniowej min. EI 60.
- Przekrycie dachu należy wykonać w systemie składającym się z warstw papy firmy MATIZOL zgodnym z raportem nr 00705/17/Z00NZP wydanym przez Instytut Techniki Budowlanej określającym układ warstw jako odporny na ogień zewnętrzny (NRO). Dodatkowo dla blachy trapezowej (części nośnej układu) wymagana jest odporność ogniowa co najmniej RE 15.
  Zaprojektowano następujący układ warstw przekrycia dachowego:
  - Papa wierzchniego krycia Gordach Extra WZ PYE PV250 S52 SM,
  - Papa podkładowa, typ UNI Standard PYE PV250 S40,
  - Styropian EPS-100 o grubości 100 mm (układany mijankowo względem EPS-70),
  - Styropian EPS-70 o grubości 150 mm,
  - Paroizolacja, typ UNI Standard PYE PV250 S40,
  - Blacha trapezowa T130 S320 o grubości 1,00 mm układana jako pozytyw (klasyfikacja nr 1064/12/R24NP opracowana przez Instytut Techniki Budowlanej określa odporność ogniową blachy jako RE30)

Biuro Analiz, Projektów i Wdrożeń „PROGRESSUS"
40-159 Katowice, ul. Jesionowa 9A
tel./ fax: 32 258-31-47 www.progressus.pl

Alternatywnie dopuszcza się zastosowanie membrany dachowej, pod warunkiem spełnienia wymagań w zakresie ochrony p.poż, o których mowa powyżej (dla całego układu projektowanych warstw dachu) i potwierdzenia tego odpowiednim raportem klasyfikacyjnym.

- Wszystkie pozostałe elementy powinny charakteryzować się przynajmniej odpornością na ogień zewnętrzny (NRO).

Uwaga:
Wykonawca przed przystąpieniem do robót powinien uzyskać od producenta materiałów odpowiednie certyfikaty potwierdzające przyjęte parametry odporności ogniowej.

……

7. Zabezpieczenia przed wpływem eksploatacji górniczej

Projektowana przebudowa i termomodernizacja nie zmienia układu konstrukcyjnego budynku - nie ma potrzeby określania i analizowania wpływów eksploatacji górniczej na przedmiotowy budynek.

8. Warunki geotechniczne

Projektowany remont obiektu nie spowoduje zwiększenia obciążeń na grunt oraz nie zmieni sposobu jego posadowienia - nie ma potrzeby określania warunków geotechnicznych obiektu.

9. Charakterystyka ekologiczna

Wykonanie wymiany dźwigarów dachowych oraz termomodernizacji budynku spełnia warunki ochrony atmosfery, nie emituje hałasów i wibracji wymagających dodatkowych środków zaradczych. Projektowane prace nie wprowadzają żadnych zakłóceń ekologicznych w charakterystyce powierzchni ziemi, gleby oraz wód powierzchniowych i podziemnych. Nie zmienia się w żaden sposób charakter użytkowy obiektu, jak również pozostają bez zmian jego funkcje polegające na wygrodzeniu i zabezpieczeniu terenu działki hali. Zostaje zachowana dotychczasowa powierzchnia biologicznie czynnego terenu działki.

10. Przebudowa dźwigarów dachowych (etap I)

10.1. Prace rozbiórkowe

Przed przystąpieniem do prac „teren placu budowy” powinien zostać zabezpieczony w niezbędnym zakresie przed dostępem osób trzecich i oznaczony zgodnie z przepisami.
Przed przystąpieniem do robót rozbiórkowych należy:

- usunąć elementy wyposażenia
- przeprowadzić dokładne rozeznanie konstrukcji dachu i innych elementów przeznaczonych do rozbiórki
- wykonać odkrywki podstawowych elementów konstrukcyjnych w celu potwierdzenia przyjętych założeń i technologii rozbiórki. W przypadku wątpliwości skonsultować się projektantem
- zgromadzić potrzebne narzędzia i sprzęt
- wyznaczyć drogi transportowe i ogrodzić teren robót

Biuro Analiz, Projektów i Wdrożeń „PROGRESSUS”
40-159 Katowice, ul. Jesionowa 9A
tel./ fax: 32 258-31-47 www.progressus.pl

Prace prowadzić w następującej kolejności:

(1) Rozbiórka urządzeń i sieci instalacyjnych
Do rozbiórki urządzeń i sieci instalacji elektrycznej można przystąpić po stwierdzeniu, że instalacje te zostały odłączone od sieci. Demontaż instalacji powinny przeprowadzić osoby posiadające odpowiednie specjalności i uprawnienia.

(2) Rozbiórkę kolejnych elementów prowadzić etapami przy pomocy dźwigu przejezdnego.
W pierwszej kolejności należy zdemontować elementy pokrycia dachowego oraz szyby wraz z rusztem świetlika, następnie płatwie rozpięte pomiędzy osiami 1 ÷ 2 oraz 9 ÷ 10. W dalszej kolejności należy zdemontować dźwigary dachowe zlokalizowane w osiach 1 i 10. Istniejący wspornik słupa od strony zewnętrznej hali należy przebudować poprzez jego skrócenie.

10.2. Projektowane elementy

Projektuje się wymianę dwóch istniejących stalowych, przestrzennych dźwigarów kratowych zlokalizowanych w osiach 1 i 10. Nowe dźwigary dachowe zaprojektowano jako stalowe, kratowe o spadku 2,86° ze stali konstrukcyjnej S235. Pasy dolne dźwigara zostały zaprojektowane z rur prostokątnych Rp 250×150×16,0 mm, pas górny z rur prostokątnych Rp 300×200×16,0 mm, słupki z rur kwadratowych Rk 150×150×10,0 mm oraz krzyżulce z rur kwadratowych Rk 100×100×10,0 mm. Wymianie na nowe elementy podlegają również połączenia projektowanych dźwigarów dachowych z istniejącymi stalowymi płatwiami kratowymi oraz istniejącymi stalowymi słupkami obudowy, a także elementy oparcia projektowanych dźwigarów na istniejących słupach stalowych. Dodatkowo, w celu prawidłowego przeniesienia obciążeń z projektowanego dźwigara na słup, zaprojektowano zastrzał z rury okrągłej o przekroju Ro 152,40×10,0 mm.

Jako podkonstrukcję do mocowania elewacyjnych płyt warstwowych zaprojektowano elementy 48 i 49 z rury kwadratowej Rk 150×150×10,0 mm oraz elementy 51÷55 z ceownika C160.

Przed montażem konstrukcji stalowej wymagane jest sprawdzenie wymiarów na obiekcie.

Wymagania jakości konstrukcji stalowych

Materiały konstrukcyjne
Zastosowane w projekcie wyroby powinny spełniać wymagania warunków technicznych dostawy przedstawionych w PN-EN 10025-1 lub równoważnej i PN-EN 10025-2 lub równoważnej.
Wszystkie elementy stalowe należy wykonać ze stali konstrukcyjnej niestopowej gatunku S235, w stanie walcowanym (bez żadnych specjalnych wymagań co do warunków walcowania albo obróbki cieplnej). Zezwala się na zastosowanie stali w stanie normalizowanym lub walcowanym termomechanicznie.
Nie wymaga się podwyższonych właściwości plastycznych w kierunku prostopadłym do powierzchni wyrobu ani przydatności do obróbki plastycznej na zimno, ani też przydatności do cynkowania ogniowego. Materiały do spawania powinny spełniać wymagania PN-EN 13479 lub równoważnej oraz odpowiednich norm przedmiotowych (zgodnie z tabl. 5. PN-EN 1090-2 lub równoważną).

Dokumenty kontrolne
Właściwości dostarczanych wyrobów konstrukcyjnych powinny być dokumentowane za pomocą dokumentów kontrolnych wymaganych według postanowień PN-EN 1090-2 (tabl.1.) lub równoważną.

Klasy wykonania

Kategoria użytkowania:	SC1 według PN-EN 1990-2 lub równoważną
Kategoria produkcji:	PC1 według PN-EN 1990-2 lub równoważną
Kategoria konsekwencji:	CC2 według PN-EN 1990 lub równoważną

Biuro Analiz, Projektów i Wdrożeń „PROGRESSUS"
40-159 Katowice, ul. Jesionowa 9A
tel./ fax: 32 258-31-47 www.progressus.pl

Wynikająca klasa wykonania: EXC2

Elementy powinny spełniać wymagania związane z klasą wykonania EXC2, zawarte w tabl. A.3 PN-EN 1990-2 lub równoważną.

Połączenia śrubowe
Zezwala się na wykrawanie otworów na śruby w miejsce wiercenia. Należy stosować wymagania dotyczące połączeń mechanicznych według normy PN-EN 1090-2 lub równoważną.

Połączenia spawane
Stosownie do ustalonej klasy wykonania EXC2 należy stosować standardowe wymagania dotyczące jakości w spawalnictwie według PN-EN ISO 3834 lub równoważną.
Poziom akceptacji wykonania prac spawalniczych: poziom jakości C według PN-EN ISO 5817 lub równoważną.

Tolerancje i podniesienia wykonawcze
Tolerancje wytwarzania i montażu powinny być zgodne z tolerancjami podstawowymi według PN-EN 1090-2 lub równoważną.
Podniesienie wykonawcze – nie dotyczy.

Zabezpieczenie konstrukcji stalowej przed korozją

Przyjęto stopień agresywności środowiska C1 (umiarkowany) oraz okres trwałości systemu malarskiego równy H (długi) według PN-EN ISO 12944 lub równoważną.

Przygotowanie powierzchni: kształtowniki stalowe przeznaczone do zabezpieczenia należy oczyścić do stopnia czystości Sa2 według PN-ISO 8501-1:1996 lub równoważną. Powierzchnia przygotowana do malowania powinna być sucha, pozbawiona śladów tłuszczu, kurzu i innych zanieczyszczeń.

Wszystkie elementy należy zabezpieczyć przed korozją poprzez nałożenie trzech warstw zabezpieczających:
- warstwa gruntująca – niskorozpuszczalnikowa powłoka gruntującej,
- warstwa podkładowa – dwuskładnikowa niskorozpuszczalnikowa powłoka podkładowa o grubości (po wyschnięciu) min. 120 µm,
- warstwa nawierzchniowa – akrylowo-poliuretanowa powłoka nawierzchniowa o grubości (po wyschnięciu) min. 120 µm.

Warunki podczas malowania:
- temperatura podłoża co najmniej 3ºC wyższa od punktu rosy,
- temperatura otoczenia min. +5ºC,
- wilgotność względna nieprzekraczająca 80%,

Biuro Analiz, Projektów i Wdrożeń „PROGRESSUS”
40-159 Katowice, ul. Jesionowa 9A
tel./ fax: 32 258-31-47 www.progressus.pl

11. Termomodernizacja budynku halowego (etap II)

11.1. Prace rozbiórkowe

Przed przystąpieniem do prac „teren placu budowy" powinien zostać zabezpieczony w niezbędnym zakresie przed dostępem osób trzecich i oznaczony zgodnie z przepisami.
Przed przystąpieniem do robót rozbiórkowych należy:

- usunąć elementy wyposażenia
- przeprowadzić dokładne rozeznanie konstrukcji dachu i innych elementów przeznaczonych do rozbiórki
- wykonać odkrywki podstawowych elementów konstrukcyjnych w celu potwierdzenia przyjętych założeń i technologii rozbiórki. W przypadku wątpliwości skonsultować się projektantem
- zgromadzić potrzebne narzędzia i sprzęt
- wyznaczyć drogi transportowe i ogrodzić teren robót

Prace prowadzić w następującej kolejności:

(1) Rozbiórka urządzeń i sieci instalacyjnych
Do rozbiórki urządzeń i sieci instalacji elektrycznej można przystąpić po stwierdzeniu, że instalacje te zostały odłączone od sieci. Demontaż instalacji powinny przeprowadzić osoby posiadające odpowiednie specjalności i uprawnienia.

(2) Rozbiórka konstrukcji istniejących świetlików dachowych wraz z obudową w hali 1.1.2. (nawa I oraz nawa II) oraz w hali 1.1.3. (nawa IV) oraz rozbiórka obudowy świetlików w hali 1.1.1 (nawa III).

(3) Rozbiórka pokrycia dachowego.

(4) Rozbiórka ściennych płyt warstwowych oddzielających budynki biurowe od hali.

(5) Rozbiórka ściennych płyt elewacyjnych.

(6) Rozbiórka fragmentu muru na elewacji północnej (oznaczone w części rysunkowej opracowania).

Z uwagi na charakter rozbieranych elementów zawierających azbest, rozbiórkę należy prowadzić za pośrednictwem specjalistycznej firmy, zgodnie z zaleceniami przedstawionymi w Informacji dotyczącej planu BIOZ. Roboty te, powinny zostać również poprzedzone zgłoszeniami do odpowiednich instytucji.

11.2. Projektowane elementy

Ławy fundamentowe pod projektowane ściany murowane (od strony północnej)

Fundamenty żelbetowe zaprojektowano jako monolityczne w postaci ław fundamentowych z betonu C20/25 (B25) o szerokości 400 mm i wysokości 300 mm. Ławy fundamentowe należy zazbroić podłużnie prętami ø12 mm oraz strzemionami ø6 mm. Spód fundamentów zaprojektowano 100 cm poniżej poziomu terenu. Zbrojenie podłużne ław należy wykonać ze stali A-IIIN, a strzemiona z A-I. Otulina zbrojenia – 50 mm.

Ściany fundamentowe / docieplenie belek podwalinowych (od strony wschodniej)

Na ławach fundamentowych należy wykonać żelbetowe, monolityczne ściany fundamentowe z betonu C20/25 (B25) o grubości 20 cm i wysokości 70 cm (równo z poziomem terenu) w miejscu występowania bram i drzwi oraz o wysokości 75 cm (5 cm powyżej terenu) na pozostałej długości ławy pod ściany murowane. Ściany fundamentowe należy zazbroić podłużnie prętami ø12 mm oraz strzemionami ø6 mm. Zbrojenie podłużne ścian fundamentowych należy wykonać ze stali A-IIIN, a strzemiona z A-I. Otulina zbrojenia – 30 mm. Ściany fundamentowe należy ocieplić płytami

Biuro Analiz, Projektów i Wdrożeń „PROGRESSUS"
40-159 Katowice, ul. Jesionowa 9A
tel./ fax: 32 258-31-47 www.progressus.pl

styropianowymi gr. 15 cm do poziomu górnej krawędzi ław fundamentowych (70 cm poniżej poziomu terenu).

Projektowane ściany fundamentowe (od strony północnej) oraz istniejące belki podwalinowe w ścianie wschodniej należy docieplić przy zastosowaniu styroduru XPS 30 o grubości 8 cm.

Projektowane ściany fundamentowe w ścianie północnej:

- Ocieplić ściany fundamentowe, przy zastosowaniu styroduru XPS 30, grubości 8 cm i masy asfaltowo-kauczukowej ABIZOL ST firmy MATIZOL (zachować ciągłość izolacji),
- Wykonać izolację pionową od zewnątrz, poprzez ułożenie membrany tłoczonej (folia kubełkowa) z zakończeniem listwą systemową,
- Zasypać wykop gruntem spoistym, z zagęszczeniem warstwami grubości do 20 cm,
- Wykonać opaskę wokół budynków.

Istniejące belki podwalinowe w ścianie wschodniej:

- Odkopać istniejące belki podwalinowe (z zabezpieczeniem wykopów, odprowadzeniem wód opadowych poza wykopy, zabezpieczeniem wejścia do budynku), do poziomu około 60 cm,
- Skuć odpadające fragmenty belki,
- W razie potrzeby osuszyć i pozostawić do wyschnięcia, a następnie dokonać impregnacji środkami odsalająco – odgrzybiającymi ESCO-FLUAT lub podobnymi, zgodnie z instrukcją techniczną użycia,
- Uzupełnić ewentualne ubytki,
- Ocieplić belki przy zastosowaniu styroduru XPS 30, grubości 8 cm i masy asfaltowo-kauczukowej ABIZOL ST firmy MATIZOL (zachować ciągłość izolacji),
- Wykonać izolację pionową od zewnątrz, poprzez ułożenie membrany tłoczonej (folia kubełkowa) z zakończeniem listwą systemową,
- Zasypać wykop gruntem spoistym, z zagęszczeniem warstwami grubości do 20 cm,
- Wykonać opaskę wokół budynków.

Wyżej opisane prace prowadzić w porze suchej, ściany oraz belki podwalinowe należy chronić przed dodatkowym zawilgoceniem.

Wokół budynku (strona wschodnia i północna) należy wykonać opaskę chodnikową. Lokalnie istniejące, stare płytki lub warstwy asfaltu należy usunąć i wykonać nową opaskę z płytek betonowych, o wymiarach 50×50 cm, na podsypce piaskowej, zakończonej obrzeżem betonowym.

Ściany murowane

Istniejące mury w otoczeniu otworów okiennych i bram należy pozostawić do wysokości górnej krawędzi okien. Pozostałe fragmenty muru należy rozebrać zgodnie z częścią rysunkową opracowania.
Nowe mury, od strony północnej, należy wykonać o grubości 20 cm, z bloczków z betonu komórkowego YTONG PP4/0.6 S, w linii projektowanej elewacji z płyt warstwowych na projektowanych żelbetowych ścianach fundamentowych. Mury należy wykonać do wysokości dolnej krawędzi otworów okiennych, a w okolicy drzwi D1 do wysokości górnej krawędzi tych drzwi.

Mur należy ocieplić styropianem EPS-70 ($\lambda = 0{,}038\ W/m^2K$) oraz wełną skalną ROCKWOOL FRONTROCK MAX E ($\lambda = 0{,}036\ W/m^2K$) na odcinku 6,0 m od sąsiadującego budynku biurowo-usługowego, gr. 15 cm. Na ścianie ocieplonej styropianem należy wykonać tynk silikonowy na siatce,

Biuro Analiz, Projektów i Wdrożeń „PROGRESSUS"
40-159 Katowice, ul. Jesionowa 9A
tel./ fax: 32 258-31-47 www.progressus.pl

a na ścianie ocieplonej wełną skalną – tynk krzemianowo-silikonowy na siatce. Tynki należy wykonać w kolorach NCS S 1000 N lub NCS 6502-b wg rysunków II-11.

Realizację ocieplania elewacji należy wykonać według "Wytycznych wykonania bezspoinowego systemu ocieplenia ARSANIT THERMA+" opartego na styropianie i zgodnego z Aprobatą Techniczną ITB AT-15-6738/2011 i ITB-KOT-2017/0197 wydanie 1 dla tynku strukturalnego silikonowego THERMATynk - SN, oraz systemu dociepleń ARSANIT THERMA+W opartego na wełnie mineralnej i zgodnego z Aprobatą Techniczną ITB AT-15-7508/2013 - dla tynku strukturalnego THERMATynk - KR (tynk krzemianowo - silikonowy).

System THERMA+ jest złożonym systemem zewnętrznej izolacji cieplnej z wyprawami tynkarskimi (ETICS) – zestawem obejmującym komponenty (elementy) produkowane fabrycznie przez producenta lub przez dostawców komponentów. Producent zestawu jest odpowiedzialny za wszystkie jego składniki określone w niniejszej europejskiej ocenie technicznej ETA.

Kompletny system ociepleń ARSANIT THERMA+ oparty na styropianie wykonywany jest z następujących produktów:

- zaprawa klejowa do przyklejania płyt styropianowych,
- styropian,
- zaprawa klejowa do zatapiania siatki zbrojeniowej,
- siatka z włókna szklanego,
- podkład tynkarski gruntujący,
- tynk strukturalny,
- powłoki dekoracyjne (farby).

Kompletny system dociepleń ARSANIT THERMA+W oparty na wełnie mineralnej wykonywany jest z następujących produktów:

- zaprawa klejowa do wełny mineralnej,
- wełna mineralna,
- zaprawa klejowa do zatapiania siatki,
- siatka z włókna szklanego,
- podkład tynkarski gruntujący,
- tynk strukturalny,
- powłoki dekoracyjne (farby),

Montaż systemu ETICS, oparty na płytach termoizolacyjnych, w bezspoinowych systemach ociepleń (ETICS) ścian murowanych, monolitycznych i prefabrykowanych:

- Prace dociepleniowe należy prowadzić, gdy temperatura zewnętrzna powietrza, podłoża i materiału wbudowanego wynosi co najmniej +5°C i nie więcej niż +25°C.
- Nie należy wykonywać robót przy bardzo silnym wietrze lub nasłonecznieniu.
- Niezwiązane materiały (zaprawę zbrojącą, tynki) należy chronić przed działaniem deszczu poprzez rozwieszenie na rusztowaniach specjalnej siatki zabezpieczającej.
- Podłoże musi być mocne i czyste (wolne od kurzu i oleju).
- Powierzchnie ściany otynkowanej lub bez tynku należy oczyścić mechanicznie, za pomocą szczotek lub wody pod dużym ciśnieniem.
- Przed przystąpieniem do przyklejania płyt na wysokości ok. 10 cm od poziomu terenu należy zamontować listwę cokołową z kapinosem.
- Płyty należy przyklejać mijankowo metodą „punktowo-obwodową”.

Biuro Analiz, Projektów i Wdrożeń „PROGRESSUS”
40-159 Katowice, ul. Jesionowa 9A
tel./ fax: 32 258-31-47 www.progressus.pl

Izolację termiczną (styropian lub wełnę mineralną) należy mocować mechanicznie do ściany za pomocą łączników RAWLPLUG R-TFIX-8M-235.

Parametry stabilności kotwienia:
- sztywność kołnierzyka talerzyka nie mniejsza niż 0,6 kN/mm,
- zredukowana rozciągliwość łącznika po zamocowaniu – nie większa niż 1 kN/mm,
- redukcja przemieszczenia łącznika w trakcie jego eksploatacji – nie większa niż 0,1 mm,
- punktowa przenikalność cieplna na trzpieniu łącznika niwelująca mostki termiczne do minimalnych wielkości wynoszących λ = 0,002 W/K.

Stosować mocowanie płyt ze styropianu na elewacji:
- w ilości 4 kołków /m^2 powierzchni ocieplanej,
- w ilości 8 kołków /m^2 powierzchni ocieplanej w pasie krawędziowym.

Stosować mocowanie płyt z wełny mineralnej na elewacji :
- w ilości 5 kołków /m^2 powierzchni ocieplanej.
- w ilości 10 kołków /m^2 powierzchni ocieplanej w pasie krawędziowym.

Uwagi:
- Przed kołkowaniem należy przeprowadzić z dostawcą systemu próbę na wyrywanie.
- Do styropianu i wełny mineralnej należy stosować przynależne do nich produkty chemii budowlanej.
- Realizacja robót budowlanych powinna być prowadzona w okresie i w sposób zapewniający zgodność z właściwymi przepisami ochrony przyrody, w tym dotyczącymi ochrony ptaków i nietoperzy.
- Ze względu na niebezpieczeństwo uszkodzenia ocieplanych ścian należy stosować dwie warstwy siatki z tkaniny szklanej. Pierwszą warstwę siatki należy ułożyć w poziomie, natomiast warstwę drugą w pionie.
- Wszystkie narożniki wypukłe w budynku wzmocnić odpowiednimi profilami kątowymi.
- Ościeża okien i drzwi (w miarę możliwości technicznych) ocieplić styropianem grubości 3 cm.

Stolarka okienna i drzwiowa, bramy w ścianach zewnętrznych

Wymiana stolarki okiennej, drzwiowej i bram zgodnie z opracowanymi zestawieniami stolarek (rys. II-20).

Okna aluminiowe z profili YAWAL TM 74, z wkładami 3-szybowmi, zespolonymi trzyczęściowe, część środkowa uchylno–rozwieralna, części boczne nie otwierane ($U_{okno} \leq 1{,}1$ W/m^2K).
W pasie o szerokości 6,0 m od budynków socjalno-biurowych okna aluminiowe z profili YAWAL TM 75EI w klasie odporności ogniowej EI 60.
Drzwi aluminiowe z profili YAWAL HI 77 ($U_{drzwi} \leq 1{,}5$ W/m^2K); Uchwyt pionowy z samozamykaczem.
Bramy roletowe BR–100 producenta Wiśniowski ($U_{brama} \leq 1{,}5$ W/m^2K).

Montaż stolarki okiennej i drzwiowej oraz bram wykonać zgodnie z zaleceniami producenta.
Wszystkie zastosowane elementy muszą być odporne na ogień zewnętrzny (NRO).
Stolarkę okienną i drzwiową należy wykonać w kolorze białym, a bramy w kolorze RAL 7036.

Biuro Analiz, Projektów i Wdrożeń „PROGRESSUS"
40-159 Katowice, ul. Jesionowa 9A
tel./ fax: 32 258-31-47 www.progressus.pl

Przekrycie dachu

Projektowane przekrycie dachu składa się z następujących warstw:

- Papa termozgrzewalna wierzchniego krycia Gordach Extra WZ PYE PV250 S52 SM,
- Papa podkładowa, typ UNI Standard PYE PV250 S40,
- Styropian EPS-100 o grubości 100 mm (układany mijankowo względem EPS-70),
- Styropian EPS-70 o grubości 150 mm,
- Paroizolacja, typ UNI Standard PYE PV250 S40,
- Blacha trapezowa T130 S320 o grubości 1,00 mm układana jako pozytyw, producenta „Blachy Pruszyński".

Raport nr 00705/17/Z00NZP wydany przez Instytut Techniki Budowlanej, klasyfikuje powyższy system jako NRO. Blacha trapezowa zgodnie z klasyfikacją nr 1064/12/R24NP wydaną przez Instytut Techniki Budowlanej określa odporność ogniową blachy trapezowej T130 S320 o grubości 1,00 mm producenta „Blachy Pruszyński" jako RE30.

Papę należy mocować łącznikami RAWLPLUG R-WX-48T060 osadzonymi w tulei teleskopowej RAWLPLUG R-GOK-225. Łączniki należy mocować do górnej fałdy blachy przekrycia dachowego. W przypadku mocowania łączników do fałdy dolnej należy przewidzieć zmianę ich długości.

Rozmieszczenie łączników mechanicznych na dachu:

- środkowa strefa 4 szt./m^2
- brzegowa strefa 8 szt./m^2
- narożna strefa 12 szt./m^2

W celu prawidłowego odwodnienia dachu należy w miejscu istniejących koryt odwadniających wykonać nowe. Koryta należy połączyć z istniejącą instalacją odwadniającą – rurami spustowymi. Obróbki blacharskie wykonać z blach tytanowo-cynkowych.

Alternatywnie dopuszcza się zastosowanie, w miejsce pap, membrany dachowej, pod warunkiem spełnienia wymagań w zakresie ochrony p.poż, o których mowa powyżej (dla całego układu projektowanych warstw dachu) i potwierdzenia tego odpowiednim raportem klasyfikacyjnym. Parametry mechaniczne membrany powinny być porównywalne z zaprojektowanymi papami.

Świetliki dachowe

Zaprojektowano jako pasma łukowe świetlne producenta „PC Partners" w hali 1.1.2 (nawa I i nawa II) oraz w hali 1.1.3 (nawa IV). Montaż świetlików należy przeprowadzić zgodnie z wytycznymi producenta. Jako wypełnienie pasma należy zastosować systemowe rozwiązania producenta spełniające wymagania NRO (nierozprzestrzeniające ognia) oraz charakteryzujące się współczynnikiem przenikania ciepła $U_{swietlik} \leq 1{,}3$ W/m^2K. Należy przewidzieć możliwość elektrycznego otwarcia części świetlików – powierzchnia otwieralna min. 10%.

Jako drabiny nad nowymi świetlikami należy zastosować rozwiązania producenta świetlików. Wymiary drabin powinny odpowiadać warunkom technicznym – szerokość min. 60 cm.

Istniejące świetliki w hali 1.1.1. (nawa III), po uprzednim rozszkleniu, znajdujące się w osiach 2, 3, 5, 6 oraz 8, 9 należy obudować tymi samymi elementami systemowymi producenta jak w przypadku nowych świetlików omówionych powyżej, zapewniając 10% powierzchni otwieralnej. Istniejące świetliki

Biuro Analiz, Projektów i Wdrożeń „PROGRESSUS"
40-159 Katowice, ul. Jesionowa 9A
tel./ fax: 32 258-31-47 www.progressus.pl

w hali 1.1.1. (nawa III) znajdujące się w osiach 1, 4, 7 oraz 10 należy zabudować takim samym układem warstw jaki występuje jako pokrycie dachu.

Ścienne płyty warstwowe

Obudowę ścian zaprojektowano z płyt Paneltech PWW-S na szerokości 6,0 m od budynków usługowych oraz PWS-S w pozostałej części, o grubości 200 mm, szerokości modularnej 1050 mm, mocowane w układzie poziomym do istniejących słupków obudowy o rozstawie 3000 mm.
Wymagana liczba łączników do zamontowania płyty:

- o rdzeniu styropianowym (PWS) na słupach obudowy wynosi 3 szt. na wysokości płyty zarówno na podporze skrajnej jak i na podporze środkowej.
- o rdzeniu z wełny mineralnej (PWW) na słupach obudowy wynosi 4 szt. na wysokości płyty zarówno na podporze skrajnej jak i na podporze środkowej.

Płyty z rdzeniem z wełny mineralnej (PWW) spełniać muszą warunek odporności ogniowej EI 60. Pozostałe płyty warstwowe, wykonane z rdzeniem styropianowym, powinny spełniać wymagania NRO.
Płyty obudowy należy montować zgodnie z wytycznymi producenta. Wymiary płyt, które należy dociąć należy dopasować na budowie.

Istniejące kratki wentylacyjne należy odtworzyć. W miejscu istniejących czerpni powietrza na elewacji północnej należy wykonać nowe czerpnie ścienne CzS-A producenta SAW-POL.
Płyty ścienne (w wersji gładkiej) wykonać w kolorach RAL 7039 oraz RAL 9002 zgodnie z częścią rysunkową opracowania.

Wewnętrzne ściany oddzielające halę od budynków usługowych

Wewnętrzne ściany oddzielające halę od budynków usługowych, wykonane z płyt eternitowych należy rozebrać (nie dotyczy ścian murowanych).
W dalszej kolejności, na całej wysokości parteru i piętra sąsiadujących budynków usługowych, wykonać ściany murowane z bloczków z betonu komórkowego YTONG PP4/0.6 S o grubości 20 cm oraz otynkować i pomalować. W tym celu należy rozebrać fragment istniejącej posadzki. Projektowane ściany należy stawiać bezpośrednio na stropie części usługowych (ściana przesunięta w kierunku części usługowych, względem istniejącej ściany). Nie należy przewiązywać ich z istniejącymi fragmentami ścian murowanych. Powstałą dylatację wypełnić obwodowo płytami z wełny mineralnej na głębokość 30,0 cm oraz wykończyć obróbką blacharską.

Stolarka drzwiowa i bramy w ścianach oddzielających od budynków usługowych

Wymiana stolarki drzwiowej i bram zgodnie z opracowanymi zestawieniami stolarek (rys. II-21). Zaprojektowano bramy roletowe BR–100 oraz drzwi aluminiowe z profili YAWAL TM75 EI. Lokalizację elementów pokazano na rysunkach II-12 i II-13.

Montaż stolarki drzwiowej oraz bram wykonać zgodnie z zaleceniami producenta.
Wszystkie zastosowane elementy muszą charakteryzować się klasą odporności ogniowej EI 60.

Biuro Analiz, Projektów i Wdrożeń „PROGRESSUS”
40-159 Katowice, ul. Jesionowa 9A
tel./ fax: 32 258-31-47 www.progressus.pl

12. Zakres projektu i sposób prowadzenia prac związanych z pozostałymi elementami, które nie zostały wymienione w opracowaniu

Wszystkie elementy stalowe, które nie zostały ujęte w opracowaniu należy oczyścić, a następnie zabezpieczyć przed korozją poprzez nałożenie trzech warstw zabezpieczających:

- warstwa gruntująca – niskorozpuszczalnikowa powłoka gruntującej,
- warstwa podkładowa – dwuskładnikowa niskorozpuszczalnikowa powłoka podkładowa o grubości (po wyschnięciu) min. 120 µm,
- warstwa nawierzchniowa – akrylowo-poliuretanowa powłoka nawierzchniowa o grubości (po wyschnięciu) min. 120 µm.

Istniejącą instalację odgromową należy zdemontować i odtworzyć lub wykonać ponownie na podstawie odrębnego opracowania, po zakończeniu prac związanych z wymianą warstw pokrycia dachowego.

Wewnętrzną, istniejącą instalację odwodnienia dachu (rury spustowe) należy połączyć z projektowanymi korytami odwadniającymi.

13. Inne

- Wszystkie roboty budowlane należy prowadzić zgodnie z Dz. Ust. Nr 13/72 – „W sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy wykonywaniu robót budowlano montażowych i rozbiórkowych”.
- Projekt opracowano zgodnie z obowiązującymi normami PN oraz wytycznymi literatury fachowej.
- Roboty związane z pracami rozbiórkowymi, transportowymi i wykonywaniem projektowanych elementów konstrukcyjnych należy prowadzić pod nadzorem osoby posiadającej odpowiednie uprawnienia i przy zachowaniu warunków BHP.
- Dopuszcza się zastosowanie materiałów zamiennych innych producentów, o porównywalnych (nie gorszych) parametrach technicznych i użytkowych. Ewentualne zmiany należy uzgodnić z Inwestorem lub Biurem Projektów.

……
dr inż. Rafał Domagała
upr. bud. SLK/5845/PWBKb/15

……
dr inż. Wojciech Mazur
upr. bud. SLK/5846/PWBKb/16

Biuro Analiz, Projektów i Wdrożeń „PROGRESSUS”
40-159 Katowice, ul. Jesionowa 9A
tel./ fax: 32 258-31-47 www.progressus.pl

IV. Informacja dotycząca planu BIOZ

ADRES:	**41-117 GLIWICE, UL. TOSZECKA 102**
OBRĘB:	**SZOBISZOWICE**
JEDN. EWIDENCYJNA:	**246601_1.0049, GLIWICE**
INWESTOR:	**OŚRODEK BADAWCZO – ROZWOJOWY URZĄDZEŃ MECHANICZNYCH „OBRUM" Sp. z o.o. 44-117 GLIWICE, UL. TOSZECKA 102**
TEMAT:	**PROJEKT PRZEBUDOWY ŚWIETLIKÓW DACHOWYCH ORAZ TERMOMODERNIZACJI HALI PRODUKCYJNEJ**

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dn. 23.06.2003 r. w sprawie informacji dotyczącej bezpieczeństwa i ochrony zdrowia oraz planu bezpieczeństwa i ochrony zdrowia (Dz. U. z dnia 10 lipca 2003 r Nr 120, poz.1126) – kierownik budowy przedmiotowej inwestycji zobowiązany jest do wykonywania planu bezpieczeństwa i higieny pracy podczas wykonywania robót budowlanych.

Podczas realizacji inwestycji mogą występować zagrożenia na poszczególnych etapach procesu budowlanego:

- Zagospodarowanie placu budowy – teren budowy powinien być ogrodzony i oznakowany tablicą informacyjną, na terenie budowy należy wyznaczyć ciągi komunikacyjne, które będą usprawniały pracę i nie kolidowały podczas transportu materiału i urządzeń budowlanych, należy wyznaczyć miejsce składowania materiałów budowlanych;
- Prace na wysokości – przeprowadzać z pomostów i rusztowań (atestowanych), przy zabezpieczeniach uniemożliwiających spadnięcie osób pracujących i używanych narzędzi i materiałów;
- Odpady budowlane – należy wyznaczyć miejsce składowania odpadów budowlanych, z przewidzeniem sortowania odpadów (drewno, gruz, metal, papier i elementy plastikowe).

<u>Plan BIOZ powinien zawierać:</u>

- Wskazanie pomieszczeń i organizacji zaplecza socjalno-sanitarnego dla pracowników,
- Informacje o zabezpieczeniu placu budowy i środkach bezpieczeństwa podjętych dla ochrony przechodniów oraz pracowników i firm czynnych na terenie obiektu podczas jego remontu,
- Informacje o technologii i sposobie prowadzenia robót,
- Informacje o wyposażeniu pracowników w środki ochrony indywidualnej,
- Określenie sposobu przechowywania i przemieszczania materiałów niebezpiecznych na terenie budowy,
- Określenie zasad postępowania w razie wystąpienia zagrożenia,

Biuro Analiz, Projektów i Wdrożeń „PROGRESSUS"
40-159 Katowice, ul. Jesionowa 9A
tel./ fax: 32 258-31-47 www.progressus.pl

- Określenie środków technicznych i organizacyjnych dla zapewnienia sprawnej komunikacji i ewakuacji w razie pożaru, awarii, itp.,
- Wskazanie osób odpowiedzialnych za koordynację nadzoru ze strony Inwestora.

Prace przy demontażu elementów zawierających azbest, wymagają zatrudnienia wyspecjalizowanej firmy, a także uprzedniego zgłoszenia do właściwych instytucji. Przy pracach tych muszą być uwzględnione wszystkie warunki określone w rozporządzeniach Ministra Gospodarki w sprawie sposobów i warunków bezpiecznego użytkowania i usuwania wyrobów zawierających azbest oraz w sprawie zasad bezpieczeństwa i higieny pracy przy zabezpieczaniu i usuwaniu wyrobów zawierających azbest oraz programu szkolenia w zakresie bezpiecznego użytkowania takich wyrobów, tj.:

1. Pracodawca zatrudniający pracowników przy zabezpieczaniu albo usuwaniu wyrobów i (lub) innych materiałów zawierających azbest jest obowiązany stosować środki ochrony pracowników przed szkodliwym działaniem pyłu zawierającego azbest zwanego dalej „pyłem azbestu", w tym w szczególności:
   - podejmować działania zapobiegające powstawaniu pyłu azbestu i ograniczać jego stężenie w powietrzu,
   - kontrolować stopień narażenia pracowników na działanie pyłu azbestu w sposób określony w odrębnych przepisach,
   - oceniać ryzyko zawodowe związane z narażeniem pracowników na działanie pyłu azbestu.
2. Przed przystąpieniem do prac rozbiórkowych lub innych prac związanych z usuwaniem wyrobów i (lub) innych materiałów zawierających azbest pracodawca jest obowiązany sporządzić plan prac, w szczególności obejmujący:
   - ustalenie rodzaju azbestu w wyrobach i (lub) innych materiałach przeznaczonych do usunięcia oraz ocenę stanu technicznego tych materiałów,
   - ustalenie odpowiednich sposobów usuwania wyrobów i (lub) innych materiałów zawierających azbest,
   - określenie rodzajów i metod pracy, z uwzględnieniem technicznych środków,
   - określenie sposobów wyeliminowania lub ograniczenia uwalniania się pyłu azbestu do powietrza,
   - zapewnienie pracownikom niezbędnej ochrony zdrowia i bezpieczeństwa pracy,
   - poinformowanie pracowników, którzy mogą być narażeni na działanie pyłu azbestu, o sposobach postępowania i niezbędnych środkach ochronnych
3. Pracodawca jest obowiązany aby:
   - liczba osób przydzielonych do prac, przy których wykonywaniu występuje narażenie na działanie azbestu i czas tego narażenia były ograniczone do niezbędnego minimum,
   - maszyny, sprzęt i metody pracy stosowane przy wykonywaniu prac eliminowały lub ograniczały do minimum powstawanie pyłu azbestu, a szczególnie jego emisję do środowiska pracy i)lub) środowiska naturalnego,
   - strefy pracy, w których występuje narażenie na działanie pyłu azbestu były:
     - wydzielone – w celu uniknięcia narażenia innych osób na działanie pyłu azbestu
     - niedostępne dla osób nie zatrudnionych przy pracach,
     - oznakowane znakami ostrzegawczymi oraz napisami: „UWAGA – ZAGROŻENIE AZBESTEM"
   - przy pracach narażających na działanie pyłu azbestu stosowana była odzież ochronna i sprzęt ochronny układu oddechowego.

Biuro Analiz, Projektów i Wdrożeń „PROGRESSUS"
40-159 Katowice, ul. Jesionowa 9A
tel./ fax: 32 258-31-47 www.progressus.pl

4. Techniczne środki mające na celu wyeliminowanie albo ograniczenie emisji pyłu azbestu powinny obejmować w szczególności:
   - mechanizację prac,
   - stosowanie w miarę możliwych metod mokrych,
   - stosowanie narzędzi ręcznych lub wolnoobrotowych narzędzi mechanicznych,
   - spajanie włókien azbestowych przy użyciu środków wiążących,
   - wydzielanie z pomieszczeń miejsc pracy i procesów stwarzających zagrożenie lub izolowanie całych pomieszczeń,
   - stosowanie wentylacji miejscowej z zapewnieniem podciśnienia w wydzielonym obszarze pracy,
   - utrzymywanie podciśnienia w pomieszczeniach lub w wydzielonych uszczelnionych miejscach pracy, w których występuje emisja pyłu azbestu,
5. Pracodawca jest obowiązany tak organizować stanowiska pracy, na których występuje narażenie na wdychanie pyłu azbestu, aby pracownik nie musiał wykonywać czynności wymagających dużego wysiłku fizycznego oraz nie był narażony na działanie innych czynników o działaniu rakotwórczym lub o prawdopodobnym działaniu rakotwórczym.
6. Pracodawca jest obowiązany zapewnić, aby dostarczane pracownikom narażonym na działanie pyłu azbestu odzież i obuwie robocze oraz środki ochrony indywidualnej były właściwe do poziomu narażenia oraz zapobiegały odpowiednio stykaniu się ciała z pyłami azbestu i ich wdychaniu. Odzież używana przez pracowników zatrudnionych w warunkach narażenia na działanie pyłu azbestu powinna być wykonana z materiału uniemożliwiającego przenikanie włókien azbestu oraz umożliwiającego łatwe czyszczenie. Rękawy w nadgarstkach i nogawki spodni w kostkach powinny szczelnie przylegać do ciała.
7. Pracodawca jest obowiązany zapewnić, aby po zakończeniu pracy w warunkach narażenia na działanie pyłu azbestu odzież i obuwie robocze oraz środki ochrony indywidualnej były:
   - oczyszczone z pyłu azbestu wysoko skutecznymi urządzeniami filtracyjno-wentylacyjnymi lub na mokro, w sposób uniemożliwiający uwalnianie się pyłu do środowiska pracy i (lub) środowiska naturalnego,
   - przechowywane wyłącznie w wyznaczonym miejscu w taki sposób, aby wykluczyć kontakt z własną odzieżą pracowników. Odzież i obuwie robocze oraz środki ochrony indywidualnej nie mogą być używane poza miejscem pracy. Odzież zanieczyszczona pyłem azbestu przeznaczona do prania powinna być zapakowana i odpowiednio oznakowana.
8. W miejscach wykonywania prac, w których występuje narażenie na działanie pyłu azbestu, niedopuszczalne jest spożywanie posiłków, picie napojów, palenie tytoniu, przechowywanie rzeczy osobistych oraz przebywanie bez wyraźnej potrzeby.
9. Po zakończeniu prac związanych z zabezpieczeniem wyrobów albo usuwaniem wyrobów i (lub) innych materiałów zawierających azbest, pracodawca jest obowiązany zapewnić uprzątnięcie terenu wykonywania prac z odpadów zawierających azbest oraz oczyszczenie z pyłu azbestu w sposób uniemożliwiający jego emisję do środowiska.
   - Sprzątanie powinno być wykonywane z maksymalną starannością, z wykorzystaniem podciśnieniowego sprzętu odkurzającego zaopatrzonego w wysoko skuteczne filtry lub metodą czyszczenia na mokro. Niedopuszczalne jest ręczne zamiatanie na sucho albo czyszczenie pomieszczeń oraz środków i narzędzi pracy przy użyciu sprężonego powietrza.
   - Stanowisko pracy, drogi komunikacyjne oraz maszyny i urządzenia powinny być czyszczone pod koniec każdej zmiany roboczej.
   - Pył azbestu gromadzony w urządzeniach filtracyjnych należy regularnie usuwać z zachowaniem niezbędnych środków ostrożności. Filtry włókninowe należy wymieniać po

Biuro Analiz, Projektów i Wdrożeń „PROGRESSUS"
40-159 Katowice, ul. Jesionowa 9A
tel./ fax: 32 258-31-47 www.progressus.pl

wzroście oporów do wartości określonej w instrukcji użytkowania. Zużyte filtry należy usuwać, pakując je do szczelnych worków i postępując z nimi tak, jak z innymi odpadami zawierającymi azbest. Regenerowanie filtrów jest niedopuszczalne. Worki do gromadzenia pyłu azbestu, zamontowane w urządzeniach odpylających, powinny być przeznaczone do jednorazowego użytku.

10. Podczas prac związanych z zabezpieczaniem wyrobów albo usuwaniem wyrobów i (lub) innych materiałów zawierających azbest należy ograniczać do minimum powstawanie odpadów, szczególnie drobnych i słabo związanych. Odpadów zawierających azbest nie należy mieszać z innymi rodzajami odpadów.
    - Usunięte wyroby i inne materiały z zawartością azbestu należy pakować w worki z folii polietylenowej lub inne szczelne i oznakowane opakowania. Opakowania powinny posiadać wystarczającą wytrzymałość na uszkodzenie oraz nie mogą być podatne na oddziaływanie warunków atmosferycznych. Niedopuszczalne jest stosowanie do pakowania worków papierowych.
    - Pakowanie usuniętych wyrobów i innych materiałów zawartością azbestu powinno odbywać się wyłącznie do opakowań przeznaczonych do ostatecznego składowania.
    - Opakowania powinny być szczelnie zamykane bezpośrednio po ich napełnieniu i po każdorazowym ich dopełnieniu przez zgrzewanie lub zalepianie taśmą samoprzylepną o wytrzymałości uniemożliwiającej ich przypadkowe otwarcie.
11. Oznakowania
    - Wszystkie usunięte wyroby i inne materiały zawierające azbest powinny być trwale i wyraźnie oznakowane.
    - Oznakowanie opakowań powinno mieć formę etykiety, trwale przytwierdzonej do opakowania, lub bezpośredniego nadruku na opakowaniu
    - Etykiety i zamieszczone na nich napisy powinny być trwałe (nie ulegające zniszczeniu, zwłaszcza pod wpływem warunków atmosferycznych i czynników mechanicznych).

<u>Prace związane z termomodernizacją obiektu:</u>

1. Zakres robót:
    - Wykonanie ław fundamentowych,
    - Wykonanie ściany murowanej,
    - Montaż stolarki okiennej, drzwiowej i bram,
    - Montaż świetlików dachowych,
    - Wykonanie pokrycia dachowego,
    - Wykonanie pokrycia ścian płytami warstwowymi.
2. Wskazanie elementów zagospodarowania działki lub terenu, które mogą stwarzać zagrożenie bezpieczeństwa i zdrowia ludzi.
    - Teren budowy powinien być ogrodzony lub skutecznie zabezpieczony przed osobami postronnymi. Wysokość ogrodzenia powinna wynosić co najmniej 1,5 m.
    - Zamontować znaki „Uwaga! Roboty na wysokości!", „Uwaga! Roboty budowlane!" i inne niezbędne zalecone przez kierownika budowy.
    - Należy odpowiednio oznaczyć drogi ewakuacyjne na wypadek pożaru, awarii i innych zagrożeń.
    - W ogrodzeniu placu budowy powinny być wykonane oddzielne bramy dla ruchu pieszego oraz pojazdów mechanicznych i maszyn budowlanych.
    - Szerokość ciągu pieszego jednokierunkowego powinna wynosić co najmniej 0,75 m, a dwukierunkowego 1,20 m.

Biuro Analiz, Projektów i Wdrożeń „PROGRESSUS"
40-159 Katowice, ul. Jesionowa 9A
tel./ fax: 32 258-31-47 www.progressus.pl

- Dla pojazdów używanych w trakcie wykonywania robót budowlanych należy wyznaczyć i oznakować miejsca postojowe na terenie budowy.
- Szerokość dróg komunikacyjnych na placu budowy lub robót powinna być dostosowana do używanych środków transportowych.
- Drogi i ciągi piesze na placu budowy powinny być utrzymane we właściwym stanie technicznym. Nie wolno na nich składować materiałów, sprzętu lub innych przedmiotów.
- Drogi komunikacyjne dla wózków i taczek oraz pochylnie, po których dokonuje się ręcznego przenoszenia ciężarów nie powinny mieć spadków większych niż 10%.
- Przejścia i strefy niebezpieczne powinny być oświetlone i oznakowane znakami ostrzegawczymi lub znakami zakazu.
- Przejścia o pochyleniu większym niż 15 % należy zaopatrzyć w listwy umocowane poprzecznie, w odstępach nie mniejszych niż 0,40 m lub schody o szerokości nie mniejszej niż 0,75 m, zabezpieczone, co najmniej z jednej strony balustradą.
- Balustrada składa się z deski krawężnikowej o wysokości 0,15 m i poręczy ochronnej umieszczonej na wysokości 1,10 m. Wolną przestrzeń pomiędzy deską krawężnikową a poręczą należy wypełnić w sposób zabezpieczający pracowników przed upadkiem.
- Strefa niebezpieczna, w której istnieje zagrożenie spadania z wysokości przedmiotów, powinna być ogrodzona balustradami i oznakowana w sposób uniemożliwiający dostęp osobom postronnym. Strefa ta nie może wynosić mniej niż 1/10 wysokości, z której mogą spadać przedmioty, lecz nie mniej niż 6,0 m.
- Przejścia, przejazdy i stanowiska pracy w strefie niebezpiecznej powinny być zabezpieczone daszkami ochronnymi. Daszki ochronne powinny znajdować się na wysokości nie mniejszej niż 2,4 m nad terenem w najniższym miejscu i być nachylone pod kątem 45º w kierunku źródła zagrożenia. Pokrycie daszków powinno być szczelne i odporne na przebicie przez spadające przedmioty. Używanie daszków ochronnych jako rusztowań lub miejsc składowania narzędzi, sprzętu, materiałów jest zabronione.

3. Wskazanie dotyczące przewidywanych zagrożeń występujących podczas realizacji robót budowlanych, określające skalę i rodzaj zagrożeń oraz miejsce i czas ich wystąpienia:
   - Roboty ziemne
     - W czasie wykonywania robót ziemnych miejsca niebezpieczne należy ogrodzić i umieścić napisy ostrzegawcze.
     - W czasie wykonywania wykopów w miejscach dostępnych dla osób niezatrudnionych przy tych robotach, należy wokół wykopów pozostawionych na czas zmroku i w nocy ustawić balustrady zaopatrzone w światło ostrzegawcze koloru czerwonego.
     - Należy ustalić rodzaje prac, które powinny być wykonywane przez co najmniej dwie osoby, w celu zapewnienia asekuracji, ze względu na możliwość wystąpienia szczególnego zagrożenia dla zdrowia lub życia ludzkiego.
   - Zagrożenia występujące przy wykonywaniu robót rozbiórkowych i budowlano-montażowych:
     - upadek pracownika z wysokości;
     - przygniecenie pracownika, podczas wykonywania robót demontażowych /montażowych przy użyciu żurawia budowlanego (przebywanie pracownika w strefie zagrożenia, tj. w obszarze równym rzutowi przemieszczanego elementu, powiększonym z każdej strony o 6,0 m).
   - Zagrożenia występujące przy wykonywaniu robót wykończeniowych:
     - upadek pracownika z wysokości (brak balustrad ochronnych przy podestach roboczych, rusztowania; brak stosowania sprzętu chroniącego przed upadkiem z wysokości przy wykonywaniu robót związanych z montażem lub demontażem rusztowania),

Biuro Analiz, Projektów i Wdrożeń „PROGRESSUS”
40-159 Katowice, ul. Jesionowa 9A
tel./ fax: 32 258-31-47 www.progressus.pl

    - uderzenie spadającym przedmiotem osoby postronnej korzystającej z ciągu pieszego usytuowanego przy budowanym lub remontowanym obiekcie budowlanym (brak wygrodzenia strefy niebezpiecznej).
  - Zagrożenia występujące przy wykonywaniu robót budowlanych przy użyciu maszyn i urządzeń technicznych:
    - pochwycenie kończyny górnej lub kończyny dolnej przez napęd (brak pełnej osłony napędu),
    - potrącenie pracownika lub osoby postronnej łyżką koparki przy wykonywaniu robót na placu budowy lub w miejscu dostępnym dla osób postronnych (brak wygrodzenia strefy niebezpiecznej),
    - porażenie prądem elektrycznym (brak zabezpieczenia przewodów zasilających urządzenia mechaniczne przed uszkodzeniami mechanicznymi).
4. Wskazanie sposobu prowadzenia instruktażu pracowników przed przystąpieniem do realizacji robót szczególnie niebezpiecznych:
  - Szkolenia w dziedzinie bezpieczeństwa i higieny pracy dla pracowników zatrudnionych na stanowiskach robotniczych, przeprowadza się jako:
    - szkolenie wstępne,
    - szkolenie okresowe.
  - Szkolenia te przeprowadzane są w oparciu o programy poszczególnych rodzajów szkolenia.
  - Szkolenia wstępne ogólne („Instruktaż ogólny") przechodzą wszyscy nowo zatrudniani pracownicy przed dopuszczeniem do wykonywania pracy. Obejmuje ono zapoznanie pracowników z podstawowymi przepisami bhp zawartymi w Kodeksie pracy, w układach zbiorowych pracy i regulaminach pracy, zasadami bhp obowiązującymi w danym zakładzie pracy oraz zasadami udzielania pierwszej pomocy.
  - Szkolenie wstępne na stanowisku pracy („Instruktaż stanowiskowy") powinien zapoznać pracowników z zagrożeniami występującymi na określonym stanowisku pracy, sposobami ochrony przed zagrożeniami, oraz metodami bezpiecznego wykonywania pracy na tym stanowisku.
  - Pracownicy przed przystąpieniem do pracy, powinni być zapoznani z ryzykiem zawodowym związanym z pracą na danym stanowisku pracy.
  - Fakt odbycia przez pracownika szkolenia wstępnego ogólnego, szkolenia wstępnego na stanowisku pracy oraz zapoznania z ryzykiem zawodowym, powinien być potwierdzony przez pracownika na piśmie oraz odnotowany w aktach osobowych pracownika.
  - Szkolenia wstępne podstawowe w zakresie bhp, powinny być przeprowadzone w okresie nie dłuższym niż 6 miesięcy od rozpoczęcia pracy na określonym stanowisku pracy.
  - Szkolenia okresowe w zakresie bhp dla pracowników zatrudnionych na stanowiskach robotniczych, powinny być przeprowadzane w formie instruktażu nie rzadziej niż raz na 3 lata, a na stanowiskach pracy, na których występują szczególne zagrożenia dla zdrowia lub życia oraz zagrożenia wypadkowe – nie rzadziej niż raz w roku.
  - Pracownicy zatrudnieni na stanowiskach operatorów żurawi, maszyn budowlanych i innych maszyn o napędzie silnikowym powinni posiadać wymagane kwalifikacje.
  - Powyższy wymóg nie dotyczy betoniarek z silnikami elektrycznymi jednofazowymi oraz silnikami trójfazowymi o mocy do 1 KW.
  - Na placu budowy powinny być udostępnione pracownikom do stałego korzystania, aktualne instrukcje bezpieczeństwa i higieny pracy dotyczące:
    - wykonywania prac związanych z zagrożeniami wypadkowymi lub zagrożeniami zdrowia pracowników,
    - obsługi maszyn i innych urządzeń technicznych,

Biuro Analiz, Projektów i Wdrożeń „PROGRESSUS"
40-159 Katowice, ul. Jesionowa 9A
tel./ fax: 32 258-31-47 www.progressus.pl

- postępowania z materiałami szkodliwymi dla zdrowia i niebezpiecznymi,
- udzielania pierwszej pomocy.

- W/w instrukcje powinny określać czynności do wykonywania przed rozpoczęciem danej pracy, zasady i sposoby bezpiecznego wykonywania danej pracy, czynności do wykonywania po jej zakończeniu oraz zasady postępowania w sytuacjach awaryjnych stwarzających zagrożenia dla życia lub zdrowia pracowników.
- Nie wolno dopuścić pracownika do pracy, do której wykonywania nie posiada wymaganych kwalifikacji lub potrzebnych umiejętności, a także dostatecznej znajomości przepisów oraz zasad BHP.
- Bezpośredni nadzór nad bezpieczeństwem i higieną pracy na stanowiskach pracy sprawują odpowiednio kierownik budowy (kierownik robót) oraz mistrz budowlany, stosownie do zakresu obowiązków.

5. Wskazania środków technicznych i organizacyjnych zapobiegających niebezpieczeństwom wynikającym z wykonania robót budowlanych w strefach szczególnego zagrożenia lub w ich sąsiedztwie, w tym zapewniających bezpieczną i sprawną komunikację umożliwiającą szybką ewakuację na wypadek pożaru, awarii i innych zagrożeń:
   - Roboty remontowe i modernizacyjne wykonane muszą być zgodnie z zasadami ustalonymi w przepisach dotyczących bezpieczeństwa i higieny pracy.
   - Sprzęt zmechanizowany, pomocniczy i urządzenia powinny posiadać dokumenty uprawniające do eksploatacji.
   - Na terenie budowy należy wprowadzić wymagane zabezpieczenia i środki ochrony osobistej pracowników. Pracownicy winni zostać wyposażeni w odpowiedni sprzęt ochronny zabezpieczający przed upadkiem z wysokości. Należy dokonywać codziennej kontroli ustawionych rusztowań.

Część graficzna planu BIOZ powinna przedstawiać zagospodarowanie terenu budowy z informacją o wydzieleniu i oznakowaniu miejsca prowadzenia robót, określeniem miejsc postoju maszyn, pojazdów i kontenerów, składowisk materiałów i dróg dojazdowych oraz dróg pożarowych i innych istotnych elementów. Część graficzna powinna być na bieżąco aktualizowana stosownie do etapów wykonywanych robót.

……
dr inż. Rafał Domagała
upr. bud. SLK/5845/PWBKb/15

……
dr inż. Wojciech Mazur
upr. bud. SLK/5846/PWBKb/16

Biuro Analiz, Projektów i Wdrożeń „PROGRESSUS”
40-159 Katowice, ul. Jesionowa 9A
tel./ fax: 32 258-31-47 www.progressus.pl

V. WYNIKI OBLICZEŃ STATYCZNO-WYTRZYMAŁOŚCIOWYCH

1. Dźwigar dachowy

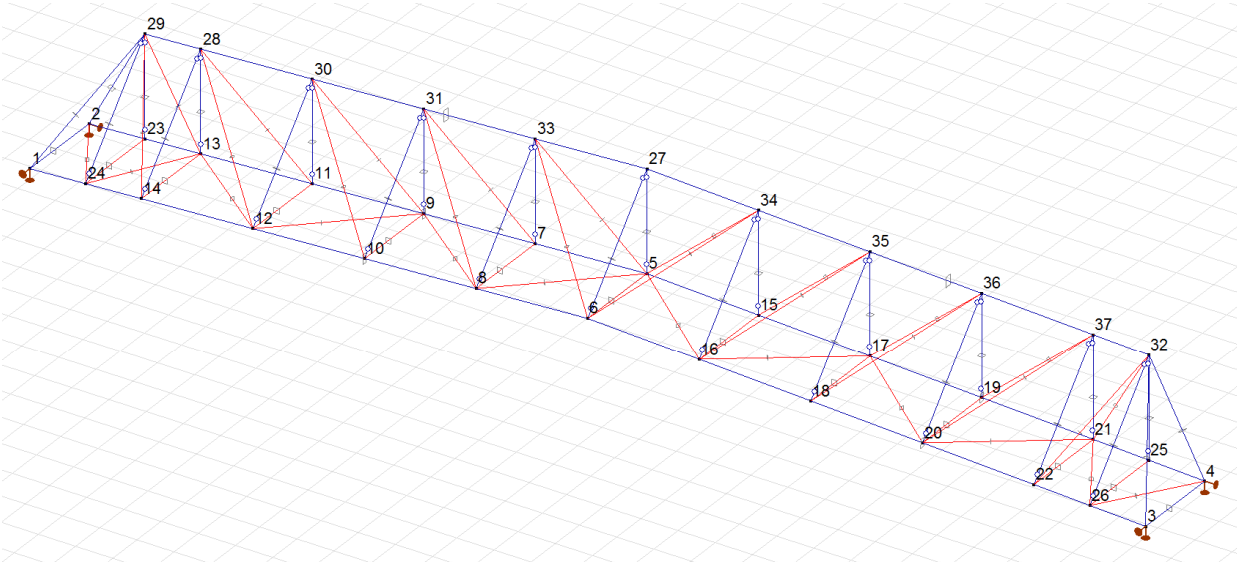
1.1. Materiały

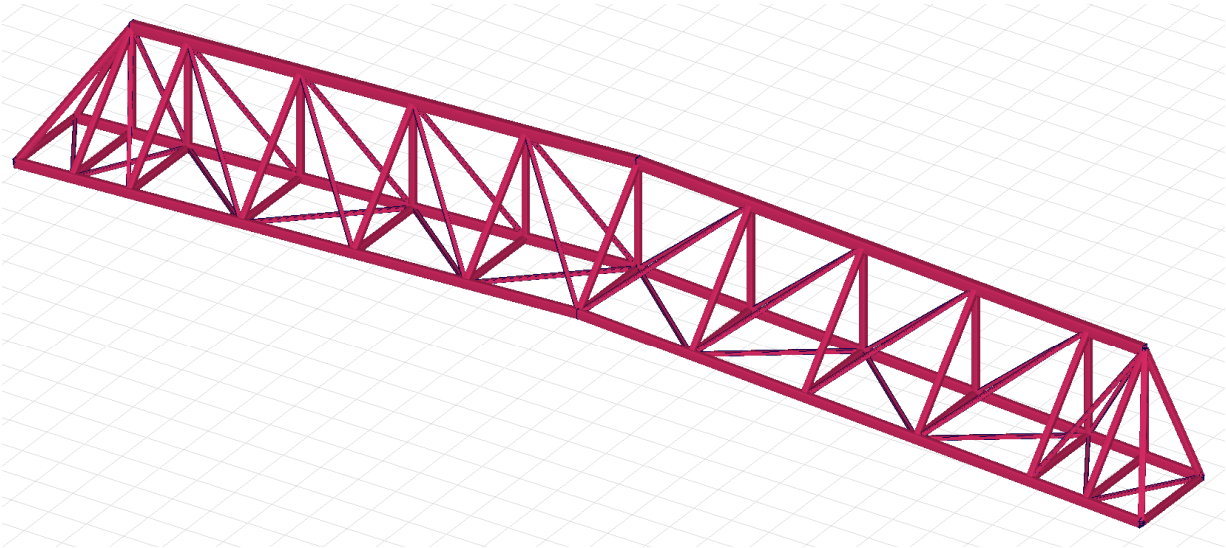
	Nazwa	Typ	E_x [N/mm^2]	ρ [kg/m^3]	P_1	P_2
1	S 235	Stal	210000	7850	f_y[N/mm^2] = 235,00	f_u[N/mm^2] = 360,00

1.2. Przekroje poprzeczne

	Nazwa	h [mm]	b [mm]	tw [mm]	tf [mm]
1	150X150X10,0	150,0	150,0	10,0	10,0
2	250X150X16,0	250,0	150,0	16,0	16,0
3	300X200X16,0	300,0	200,0	16,0	16,0
4	100X100X10,0	100,0	100,0	10,0	10,0

1.3. Geometria dźwigara





Biuro Analiz, Projektów i Wdrożeń „PROGRESSUS”
40-159 Katowice, ul. Jesionowa 9A
tel./ fax: 32 258-31-47 www.progressus.pl

1.4. Przypadki obciążeń

	Nazwa	Grupa	Typ grupy
1	Śnieg_1	ŚNIEG (S1-S4)	Zmienne
2	Śnieg_2	ŚNIEG (S1-S4)	Zmienne
3	Śnieg_6	ŚNIEG (S5, S6)	Zmienne
4	Wiatr_1	WIATR (W1, W2)	Zmienne
5	Wiatr_2	WIATR (W1, W2)	Zmienne
6	Wiatr_3	WIATR (W3-W5)	Zmienne
7	Wiatr_4	WIATR (W3-W5)	Zmienne
8	Wiatr_5	WIATR (W3-W5)	Zmienne
9	Wiatr_6	WIATR (W3-W5)	Zmienne
10	Użytkowe	UŻYTKOWE	Zmienne
11	Ciężar własny	STAŁE	Stałe
12	ST_1	STAŁE	Stałe
13	ST_3	STAŁE	Stałe
14	ST_4	STAŁE	Stałe

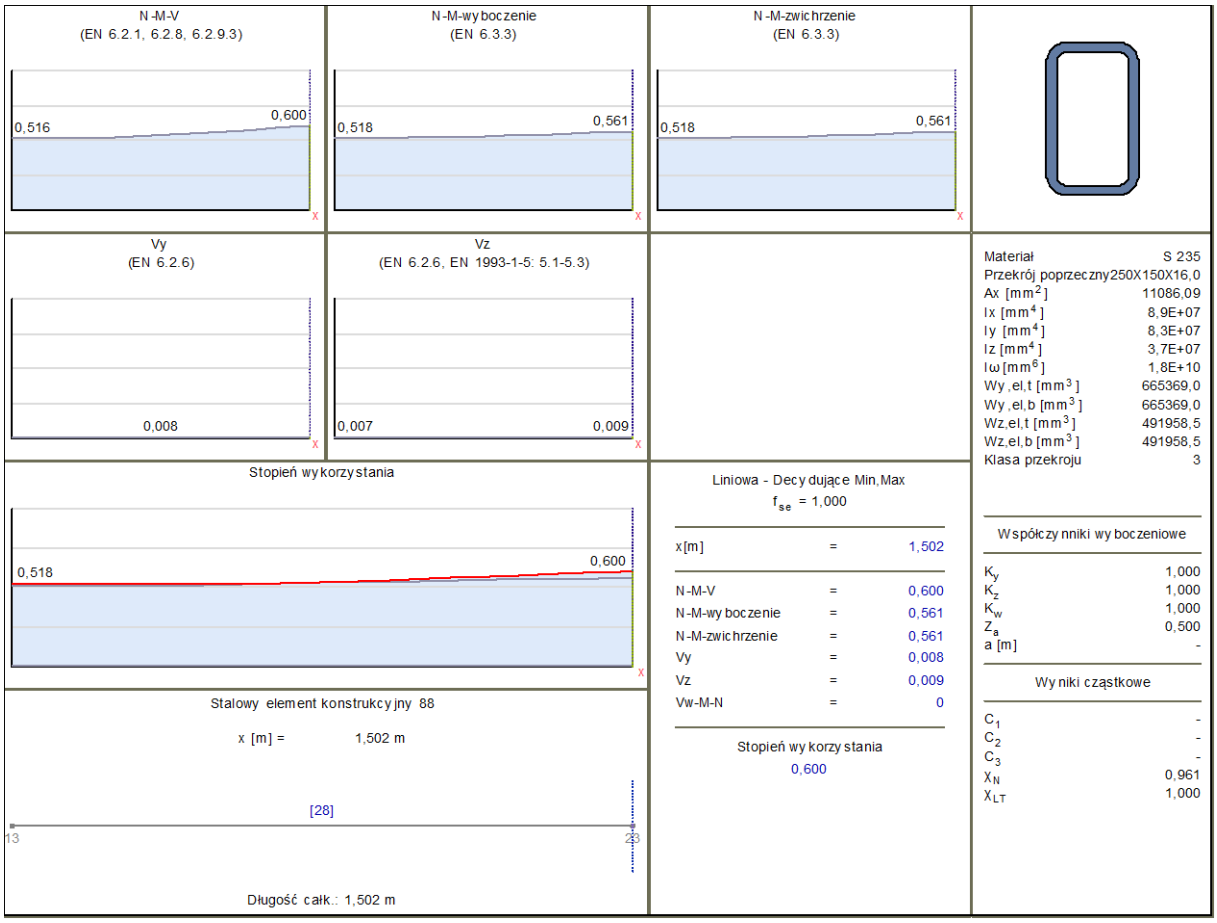
1.5. Grupy obciążeń (Eurokod-PL)

	Grupa	Typ	$\gamma_{G,sup}$	$\gamma_{G,inf}$	ξ	γ	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2	Dodatkowe
1	ŚNIEG (S1-S4)	Zmienne				1,500	0,500	0,200	0	0
2	ŚNIEG (S5, S6)	Zmienne				1,500	0,500	0,200	0	1
3	WIATR (W1, W2)	Zmienne				1,500	0,600	0,200	0	0
4	WIATR (W3-W5)	Zmienne				1,500	0,600	0,200	0	0
5	UŻYTKOWE	Zmienne				1,500	0	0	0	0
6	STAŁE	Stałe	1,350	1,000	0,850					1

Biuro Analiz, Projektów i Wdrożeń „PROGRESSUS”
40-159 Katowice, ul. Jesionowa 9A
tel./ fax: 32 258-31-47 www.progressus.pl

1.6. Wyniki obliczeń statyczno-wytrzymałościowych

1.6.1. Pas dolny dźwigara



Biuro Analiz, Projektów i Wdrożeń „PROGRESSUS”
40-159 Katowice, ul. Jesionowa 9A
tel./ fax: 32 258-31-47 www.progressus.pl

WYMIAROWANIE ELEMENTU STALOWEGO

Wymiarowany element: **88**

Węzły: **13-23**

Norma: **Eurokod-PL**

Materiał: **S 235**

Przekrój poprzeczny: **250X150X16,0**

Przypadek obciążenia: **liniowa,(Wszystkie SGN (a, b)) Decydująca**

Wskaźnik dla sił sejsmicznych: **1,0**

Klasa przekroju: **3** (Wymiarowanie w zakresie sprężystym)

1. Siła normalna-Zginanie-Ścinanie

EN 1993-1-1: 6.2.1, 6.2.8, 6.2.9.3

Decydująca kombinacja: **[1,35*CW+1,35*ST1+1,35*ST3+1,35*ST4] {1,5*0,5*S1} (1,5*0,5*S6 +1,5*0,6*W1+1,5*0,6*W3)**

Położenie przekroju decydującego: $x = 1{,}00 \cdot L = 1{,}00 \cdot 1502{,}00 = 1502{,}00$ mm

Efekt spaczenia przy skręcaniu jest ignorowany

$$\sigma_{N,Ed} = \frac{N_{Ed_{11}}}{A_{net}} = \frac{(-1256053{,}47)}{11086{,}09} = -113{,}30 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{My,Ed} = \frac{M_{y,Ed_{11}}}{I_y} \cdot h/2 = \frac{12574405{,}70}{83171124{,}60} \cdot 250{,}00/2 = 18{,}90 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{Mz,Ed} = \frac{M_{z,Ed_{11}}}{I_z} \cdot b/2 = \frac{(-4300212{,}86)}{36896887{,}40} \cdot 150{,}00/2 = 8{,}74 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{T,xz,Ed} = \frac{M_{x,Ed_{11}}}{2 \cdot A0 \cdot t_w} + \frac{M_{x,Ed_{11}}}{I_t} \cdot t_w = \frac{(-114{,}05)}{2 \cdot 11086{,}090 \cdot 16{,}00} + \frac{(-114{,}05)}{88856881{,}90} \cdot 16{,}00 = 0{,}13 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{vonMises} = \sqrt{\left((\sigma_{N,Ed} - \sigma_{My,Ed} - \sigma_{Mz,Ed})^2 + 3 \cdot (\tau_{T,xz,Ed})^2\right)} = \sqrt{(((-113{,}30) - 18{,}90 - 8{,}74)^2 + 3 \cdot (0{,}13)^2)} =$$

$$= 140{,}94 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta_{NMV} = \eta_{vonMises} = \frac{\sigma_{vonMises}}{\frac{f_y}{\gamma_{M0}}} = \frac{140{,}94}{\frac{235{,}00}{1}} = 60{,}0\,\% \quad (14) \qquad \textbf{spełniony}$$

2. Siła normalna-Zginanie-Wyboczenie giętne

EN 1993-1-1: 6.3.3, Annex B: Method 2

Decydująca kombinacja: **[1,35*CW+1,35*ST1+1,35*ST3+1,35*ST4] {1,5*0,5*S1} (1,5*0,5*S6 +1,5*0,6*W1+1,5*0,6*W3)**

Położenie przekroju decydującego: $x = 1{,}00 \cdot L = 1{,}00 \cdot 1502{,}00 = 1502{,}00$ mm

$C_{my} = \max(0{,}2 + 0{,}8 \cdot \alpha_{my}, 0{,}4) = \max(0{,}2 + 0{,}8 \cdot 0{,}548, 0{,}4) = 0{,}639 \geq 0{,}4$ Tabela B.3

$C_{mz} = \max(0{,}2 + 0{,}8 \cdot \alpha_{mz}, 0{,}4) = \max(0{,}2 + 0{,}8 \cdot 0{,}2, 0{,}4) = 0{,}4 \geq 0{,}4$ Tabela B.3

$f_{yy} = \min(0{,}6 \cdot \lambda_y^* ; 0{,}6) = \min(0{,}6 \cdot 0{,}18 ; 0{,}6) = 0{,}111$

Biuro Analiz, Projektów i Wdrożeń „PROGRESSUS"
40-159 Katowice, ul. Jesionowa 9A
tel./ fax: 32 258-31-47 www.progressus.pl

$f_{zz} = \min\ (0{,}6 \cdot \lambda_z{}^* ;\ 0{,}6) = \min\ (0{,}6 \cdot 0{,}28 ;\ 0{,}6) = 0{,}166$

$$k_{yy} = C_{my} \cdot \left(1 + f_{yy} \cdot \frac{\left|N_{Ed_{11}}\right|}{\frac{\chi_y \cdot N_{pl,Rd}}{\gamma_{M_1}}}\right) = 0{,}639 \cdot \left(1 + 0{,}111 \cdot \frac{|(-1256053{,}47)|}{\frac{1 \cdot 2605230{,}39}{1}}\right) = 0{,}673$$

$k_{zy} = 0{,}8 \cdot k_{yy} = 0{,}8 \cdot 0{,}673 = 0{,}538$ Tabela Annex B.1

$k_{yz} = k_{zz} = 0{,}433 = 0{,}433$

$$k_{zz} = C_{mz} \cdot \left(1 + f_{zz} \cdot \frac{\left|N_{Ed_{11}}\right|}{\frac{\chi_z \cdot N_{pl,Rd}}{\gamma_{M_1}}}\right) = 0{,}4 \cdot \left(1 + 0{,}166 \cdot \frac{|(-1256053{,}47)|}{\frac{0{,}9607 \cdot 2605230{,}39}{1}}\right) = 0{,}433$$ Tabela Annex B.1

$$\chi_y = \min\left(\frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \lambda_y{}^{*2}}} ;\ 1\right) = 1 \quad (6.49)$$

$$\chi_z = \min\left(\frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \lambda_z{}^{*2}}} ;\ 1\right) = 0{,}9607 \quad (6.49)$$

$$\eta_{NMBuckl_1} = \frac{N_{Ed_{11}}}{\frac{\chi_y \cdot N_{pl,Rd}}{\gamma_{M_1}}} - k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed_{11}}}{\frac{M_{el,Rd,y}}{\gamma_{M_1}}} - k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed_{11}}}{\frac{M_{el,Rd,z}}{\gamma_{M_1}}} =$$

$$= \frac{(-1256053{,}47)}{\frac{1 \cdot 2605230{,}39}{1}} - 0{,}673 \cdot \frac{12574405{,}70}{\frac{156361710{,}00}{1}} - 0{,}433 \cdot \frac{(-4300212{,}86)}{\frac{115610252{,}00}{1}} = 55{,}2\,\% \quad (6.61)$$

$$\eta_{NMBuckl_2} = \frac{N_{Ed_{11}}}{\frac{\chi_z \cdot N_{pl,Rd}}{\gamma_{M_1}}} - k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed_{11}}}{\frac{M_{el,Rd,y}}{\gamma_{M_1}}} - k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed_{11}}}{\frac{M_{el,Rd,z}}{\gamma_{M_1}}} =$$

$$= \frac{(-1256053{,}47)}{\frac{0{,}9607 \cdot 2605230{,}39}{1}} - 0{,}538 \cdot \frac{12574405{,}70}{\frac{156361710{,}00}{1}} - 0{,}433 \cdot \frac{(-4300212{,}86)}{\frac{115610252{,}00}{1}} = 56{,}1\,\% \quad (6.62)$$

$\eta_{NMBuckl} = 56{,}1\,\%$ **spełniony**

3. Siła normalna-Zginanie-Zwichrzenie

EN 1993-1-1: 6.3.3, Annex B: Method 2

Decydująca kombinacja: **[1,35*CW+1,35*ST1+1,35*ST3+1,35*ST4] {1,5*0,5*S1} (1,5*0,5*S6 +1,5*0,6*W1+1,5*0,6*W3)**

Położenie przekroju decydującego: $x = 1{,}00 \cdot L = 1{,}00 \cdot 1502{,}00 = 1502{,}00$ mm

$C_{my} = \max\ (0{,}2 + 0{,}8 \cdot \alpha_{my}, 0{,}4) = \max\ (0{,}2 + 0{,}8 \cdot 0{,}548, 0{,}4) = 0{,}639 \geq 0{,}4$ Tabela B.3

$C_{mz} = \max\ (0{,}2 + 0{,}8 \cdot \alpha_{mz}, 0{,}4) = \max\ (0{,}2 + 0{,}8 \cdot 0{,}2, 0{,}4) = 0{,}4 \geq 0{,}4$ Tabela B.3

Biuro Analiz, Projektów i Wdrożeń „PROGRESSUS"
40-159 Katowice, ul. Jesionowa 9A
tel./ fax: 32 258-31-47 www.progressus.pl

$C_{mLT} = \max(0{,}2 + 0{,}8\cdot\alpha_{mLT}, 0{,}4) = \max(0{,}2 + 0{,}8\cdot 0{,}548, 0{,}4) = 0{,}639 \geq 0{,}4$ Tabela B.3

$f_{yy} = \min(0{,}6\cdot\lambda_y^* ; 0{,}6) = \min(0{,}6\cdot 0{,}18 ; 0{,}6) = 0{,}111$

$$k_{yy} = C_{my}\cdot\left(1 + f_{yy}\cdot\frac{|N_{Ed_{11}}|}{\frac{\chi_y\cdot N_{pl,Rd}}{\gamma_{M_1}}}\right) = 0{,}639\cdot\left(1 + 0{,}111\cdot\frac{|(-1256053{,}47)|}{\frac{1\cdot 2605230{,}39}{1}}\right) = 0{,}673$$

$k_{zy} = 0{,}8\cdot k_{yy} = 0{,}8\cdot 0{,}673 = 0{,}538$ Tabela Annex B.1, B.2

$k_{yz} = k_{zz} = 0{,}433 = 0{,}433$

$$k_{zz} = C_{mz}\cdot\left(1 + f_{zz}\cdot\frac{|N_{Ed_{11}}|}{\frac{\chi_z\cdot N_{pl,Rd}}{\gamma_{M_1}}}\right) = 0{,}4\cdot\left(1 + 0{,}166\cdot\frac{|(-1256053{,}47)|}{\frac{0{,}9607\cdot 2605230{,}39}{1}}\right) = 0{,}433$$ Tabela Annex B.1, B.2

$$\chi_y = \min\left(\frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \lambda_y^{*2}}} ; 1\right) = 1 \quad (6.49)$$

$$\chi_z = \min\left(\frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \lambda_z^{*2}}} ; 1\right) = 0{,}9607 \quad (6.49)$$

$\chi_{LT} = 1$ (6.56)

$$\eta_{NMLTBuckl_1} = \frac{|N_{Ed_{11}}|}{\frac{\chi_y\cdot N_{pl,Rd}}{\gamma_{M_1}}} + k_{yy}\cdot\frac{|M_{y,Ed_{11}}|}{\frac{\chi_{LT}\cdot M_{el,Rd,y,bottom}}{\gamma_{M_1}}} + k_{yz}\cdot\frac{|M_{z,Ed_{11}}|}{\frac{M_{el,Rd,z}}{\gamma_{M_1}}} =$$

$$= \frac{|(-1256053{,}47)|}{\frac{1\cdot 2605230{,}39}{1}} + 0{,}673\cdot\frac{|12574405{,}70|}{\frac{1\cdot 156361710{,}00}{1}} + 0{,}433\cdot\frac{|(-4300212{,}86)|}{\frac{115610252{,}00}{1}} = 55{,}2\,\% \quad (6.61)$$

$$\eta_{NMLTBuckl_2} = \frac{|N_{Ed_{11}}|}{\frac{\chi_z\cdot N_{pl,Rd}}{\gamma_{M_1}}} + k_{zy}\cdot\frac{|M_{y,Ed_{11}}|}{\frac{\chi_{LT}\cdot M_{el,Rd,y,bottom}}{\gamma_{M_1}}} + k_{zz}\cdot\frac{|M_{z,Ed_{11}}|}{\frac{M_{el,Rd,z}}{\gamma_{M_1}}} =$$

$$= \frac{|(-1256053{,}47)|}{\frac{0{,}9607\cdot 2605230{,}39}{1}} + 0{,}538\cdot\frac{|12574405{,}70|}{\frac{1\cdot 156361710{,}00}{1}} + 0{,}433\cdot\frac{|(-4300212{,}86)|}{\frac{115610252{,}00}{1}} = 56{,}1\,\% \quad (6.62)$$

$\eta_{NMLTBuckl} = 56{,}1\,\%$ **spełniony**

4. Nośność przekroju przy ścinaniu (y):

EN 1993-1-1: 6.2.6

Decydująca kombinacja: **[1,35*CW+1,35*ST1+1,35*ST3+1,35*ST4] {1,5*0,5*S1} (1,5*0,5*S6 +1,5*0,6*W1+1,5*0,6*W3)**

Położenie przekroju decydującego: $x = 0{,}00\cdot L = 0{,}00\cdot 1502{,}00 = 0$ mm

Biuro Analiz, Projektów i Wdrożeń „PROGRESSUS"
40-159 Katowice, ul. Jesionowa 9A
tel./ fax: 32 258-31-47 www.progressus.pl

$$V_{pl,Rd,y} = \frac{A_{V,y} \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M_0}} = \frac{4157{,}28 \cdot 235{,}00}{\sqrt{3} \cdot 1} = 564048{,}92 \text{ N} \quad (6.18)$$

$$M_{x,Ed_1} = -114046{,}52 \text{ Nmm}$$

$$V_{pl,T,Rd,y} = \left(1 - \frac{\tau_{T,xy_{Ed}}}{\frac{f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M_1}}}\right) \cdot V_{pl,Rd,y} = \left(1 - \frac{0{,}13}{\frac{235{,}00}{\sqrt{3} \cdot 1}}\right) \cdot 564048{,}92 = 563491{,}03 \text{ N} \quad (6.28)$$

$$\eta_{V_y} = \frac{\left|V_{y,Ed_1}\right|}{V_{pl,T,Rd,y}} = \frac{|4579{,}69|}{563491{,}03} = 0{,}8\,\% \quad (6.17)$$ **spełniony**

5. Nośność środnika przy ścinaniu (niestateczność):

EN 1993-1-5: 5.1, 5.2, 5.3, 5.5, Annex A: A.3

Decydująca kombinacja: **[1,35*CW+1,35*ST1+1,35*ST3+1,35*ST4] {1,5*0,5*S1} (1,5*0,5*S6 +1,5*0,6*W1+1,5*0,6*W3)**

Położenie przekroju decydującego: $x = 1{,}00 \cdot L = 1{,}00 \cdot 1502{,}00 = 1502{,}00$ mm

Ustawienia użytkownika: Nie ma potrzeby sprawdzania niestateczności środnika. →

$$V_{pl,Rd,z} = \frac{A_{V,z} \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M_0}} = \frac{6928{,}80 \cdot 235{,}00}{\sqrt{3} \cdot 1} = 940081{,}54 \text{ N} \quad (6.18)$$

$$M_{x,Ed_{11}} = -114046{,}52 \text{ Nmm}$$

$$V_{pl,T,Rd,z} = \left(1 - \frac{\tau_{T,xz_{Ed}}}{\frac{f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M_1}}}\right) \cdot V_{pl,Rd,z} = \left(1 - \frac{0{,}13}{\frac{235{,}00}{\sqrt{3} \cdot 1}}\right) \cdot 940081{,}54 = 939151{,}72 \text{ N} \quad (6.28)$$

$$\eta_{V_z} = \frac{\left|V_{z,Ed_{11}}\right|}{V_{pl,T,Rd,z}} = \frac{|7995{,}41|}{939151{,}72} = 0{,}9\,\% \quad (6.17)$$ **spełniony**

6. Ścinanie środnika-Zginanie-Siła normalna

EN 1993-1-1: 6.2.9; EN 1993-1-5: 7.1

Decydująca kombinacja: **[1,35*CW+1,35*ST1+1,35*ST3+1,35*ST4] {1,5*0,5*S1} (1,5*0,5*S6 +1,5*0,6*W1+1,5*0,6*W3)**

Położenie przekroju decydującego: $x = 0{,}00 \cdot L = 0{,}00 \cdot 1502{,}00 = 0$ mm

Ustawienia użytkownika: Nie ma potrzeby sprawdzania niestateczności środnika.

Wyniki cząstkowe

7. Nośność przekroju przy sile normalnej:

EN 1993-1-1: 6.2.4

Decydująca kombinacja: **[1,35*CW+1,35*ST1+1,35*ST3+1,35*ST4] {1,5*0,5*S1} (1,5*0,5*S6 +1,5*0,6*W1+1,5*0,6*W3)**

Biuro Analiz, Projektów i Wdrożeń „PROGRESSUS"
40-159 Katowice, ul. Jesionowa 9A
tel./ fax: 32 258-31-47 www.progressus.pl

Położenie przekroju decydującego: $x = 1{,}00 \cdot L = 1{,}00 \cdot 1502{,}00 = 1502{,}00$ mm

$$N_{pl,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M_0}} = \frac{11086{,}09 \cdot 235{,}00}{1} = 2605230{,}39 \text{ N} \quad (6.10)$$

$$\eta_N = \frac{\left|N_{Ed_{11}}\right|}{N_{pl,Rd}} = \frac{|(-1256053{,}47)|}{2605230{,}39} = 48{,}2\,\% \quad (6.9) \qquad \textbf{spełniony}$$

8. Nośność przekroju przy zginaniu (yy):

EN 1993-1-1: 6.2.5

Decydująca kombinacja: **[1,35*CW+1,35*ST1+1,35*ST3+1,35*ST4] {1,5*0,5*S1} (1,5*0,5*S6 +1,5*0,6*W1+1,5*0,6*W3)**

Położenie przekroju decydującego: $x = 1{,}00 \cdot L = 1{,}00 \cdot 1502{,}00 = 1502{,}00$ mm

$$M_{el,Rd,y} = \frac{W_{el,y} \cdot f_y}{\gamma_{M_0}} = \frac{665368{,}98 \cdot 235{,}00}{1} = 156361710{,}00 \text{ Nmm} = 156{,}362 kNm \quad (6.14)$$

$$\eta_{M_{y,el}} = \frac{\left|M_{y,Ed_{11}}\right|}{M_{el,Rd,y}} = \frac{|12574405{,}70|}{156361710{,}00} = 8{,}0\,\% \quad (6.12) \qquad \textbf{spełniony}$$

9. Nośność przekroju przy zginaniu (zz):

EN 1993-1-1: 6.2.5

Decydująca kombinacja: **[1,35*CW+1,35*ST1+1,35*ST3+1,35*ST4] {1,5*0,5*S1} (1,5*0,5*S6 +1,5*0,6*W1+1,5*0,6*W3)**

Położenie przekroju decydującego: $x = 1{,}00 \cdot L = 1{,}00 \cdot 1502{,}00 = 1502{,}00$ mm

$$M_{el,Rd,z} = \frac{W_{el,z} \cdot f_y}{\gamma_{M_0}} = \frac{491958{,}52 \cdot 235{,}00}{1} = 115610252{,}00 \text{ Nmm} = 115{,}610 kNm \quad (6.13)$$

$$\eta_{M_{z,el}} = \frac{\left|M_{z,Ed_{11}}\right|}{M_{el,Rd,z}} = \frac{|(-4300212{,}86)|}{115610252{,}00} = 3{,}7\,\% \quad (6.12) \qquad \textbf{spełniony}$$

10. Nośność przekroju przy ścinaniu (z):

EN 1993-1-1: 6.2.6

Decydująca kombinacja: **[1,35*CW+1,35*ST1+1,35*ST3+1,35*ST4] {1,5*0,5*S1} (1,5*0,5*S6 +1,5*0,6*W1+1,5*0,6*W3)**

Położenie przekroju decydującego: $x = 1{,}00 \cdot L = 1{,}00 \cdot 1502{,}00 = 1502{,}00$ mm

$$V_{pl,Rd,z} = \frac{A_{V,z} \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M_0}} = \frac{6928{,}80 \cdot 235{,}00}{\sqrt{3} \cdot 1} = 940081{,}54 \text{ N} \quad (6.18)$$

$$M_{x,Ed_{11}} = -114046{,}52 \text{ Nmm}$$

$$V_{pl,T,Rd,z} = \left(1 - \frac{\tau_{T,xz_{Ed}}}{\frac{f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M_1}}}\right) \cdot V_{pl,Rd,z} = \left(1 - \frac{0{,}13}{\frac{235{,}00}{\sqrt{3} \cdot 1}}\right) \cdot 940081{,}54 = 939151{,}72 \text{ N} \quad (6.28)$$

Biuro Analiz, Projektów i Wdrożeń „PROGRESSUS”
40-159 Katowice, ul. Jesionowa 9A
tel./ fax: 32 258-31-47 www.progressus.pl

$$\eta_{V_z} = \frac{\left|V_{z,Ed_{11}}\right|}{V_{pl,T,Rd,z}} = \frac{|7995,41|}{939151,72} = 0,9\,\% \quad (6.17) \qquad \textbf{spełniony}$$

12. Sprawdzenie interakcji zginania z siłą normalną

EN 1993-1-1: 6.2.1, 6.2.8, 6.2.9.3

Decydująca kombinacja dla interakcji N-M-V (nośność): **[1,35*CW+1,35*ST1+1,35*ST3+1,35*ST4] {1,5*0,5*S1} (1,5*0,5*S6 +1,5*0,6*W1+1,5*0,6*W3)**

Położenie przekroju decydującego: $x = 1,00 \cdot L = 1,00 \cdot 1502,00 = 1502,00$ mm

$$\eta_{MN} = \frac{N_{Ed_{11}}}{A \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}}} + \frac{M_{y,Ed_{11}}}{W_{el,y} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}}} + \frac{M_{z,Ed_{11}}}{W_{el,z} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}}} = \frac{(-1256053,47)}{11086,09 \cdot \frac{235,00}{1}} + \frac{12574405,70}{665368,98 \cdot \frac{235,00}{1}} + \frac{(-4300212,86)}{491958,52 \cdot \frac{235,00}{1}} = 60,0\,\%$$

spełniony

13. Nośność na wyboczenie:

EN 1993-1-1: 6.3.1

Decydująca kombinacja dla interakcji N-M-Wyboczenie: **[1,35*CW+1,35*ST1+1,35*ST3+1,35*ST4] {1,5*0,5*S1} (1,5*0,5*S6 +1,5*0,6*W1+1,5*0,6*W3)**

Położenie przekroju decydującego: $x = 1,00 \cdot L = 1,00 \cdot 1502,00 = 1502,00$ mm

$k_y = 1$

$k_z = 1$

$L_{cr_y} = k_y \cdot L = 1 \cdot 1502,00 = 1502,00$ mm

$L_{cr_z} = k_z \cdot L = 1 \cdot 1502,00 = 1502,00$ mm

Krzywa wyboczenia wokół osi y: c Tabela 6.2

$\rightarrow \alpha_y = 0,49$ Tabela 6.1

Krzywa wyboczenia wokół osi z: c Tabela 6.2

$\rightarrow \alpha_z = 0,49$ Tabela 6.1

$$\lambda_y{}^* = \frac{L_{cr_y}}{i_y} \cdot \frac{1}{\lambda_1} = \frac{1502,00}{86,62} \cdot \frac{1}{93,9} = 0,18 \quad (6.50)$$

$$\lambda_z{}^* = \frac{L_{cr_z}}{i_z} \cdot \frac{1}{\lambda_1} = \frac{1502,00}{57,69} \cdot \frac{1}{93,9} = 0,28 \quad (6.50)$$

$$\phi_y = \frac{1 + \alpha_y \cdot (\lambda_y{}^* - 0,2) + \lambda_y{}^{*2}}{2} = \frac{1 + 0,49 \cdot (0,18 - 0,2) + 0,18^2}{2} = 0,5133$$

$$\phi_z = \frac{1 + \alpha_z \cdot (\lambda_z{}^* - 0,2) + \lambda_z{}^{*2}}{2} = \frac{1 + 0,49 \cdot (0,28 - 0,2) + 0,28^2}{2} = 0,5573$$

Biuro Analiz, Projektów i Wdrożeń „PROGRESSUS”
40-159 Katowice, ul. Jesionowa 9A
tel./ fax: 32 258-31-47 www.progressus.pl

$$\chi_y = \min\left(\frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \lambda_y{*}^2}}\,;1\right) = \min\left(\frac{1}{0{,}5133 + \sqrt{0{,}5133^2 - 0{,}18^2}}\,;1\right) = 1 \quad (6.49)$$

$$\chi_z = \min\left(\frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \lambda_z{*}^2}}\,;1\right) = \min\left(\frac{1}{0{,}5573 + \sqrt{0{,}5573^2 - 0{,}28^2}}\,;1\right) = 0{,}9607 \quad (6.49)$$

$$\chi = \min\,(\chi_y\,;\chi_z) = \min\,(1\,;0{,}9607) = 0{,}9607 \leq 1{,}0$$

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi \cdot A \cdot f_y}{\gamma_{M_1}} = \frac{0{,}9607 \cdot 11086{,}09 \cdot 235{,}00}{1} = 2502961{,}40\ \text{N} \quad (6.47)$$

$$\eta_{N_b} = \frac{\left|N_{Ed_{11}}\right|}{N_{b,Rd}} = \frac{|(-1256053{,}47)|}{2502961{,}40} = 50{,}2\,\% \quad (6.46) \qquad \textbf{spełniony}$$

14. Nośność na zwichrzenie:

EN 1993-1-1: 6.3.2

Decydująca kombinacja dla interakcji N-M-Zwichrzenie: **[1,35*CW+1,35*ST1+1,35*ST3+1,35*ST4] {1,5*0,5*S1} (1,5*0,5*S6 +1,5*0,6*W1+1,5*0,6*W3)**

Położenie przekroju decydującego: $x = 1{,}00 \cdot L = 1{,}00 \cdot 1502{,}00 = 1502{,}00$ mm

Ustawienia użytkownika: Element konstrukcyjny jest wystarczająco zabezpieczony przed zwichrzeniem.

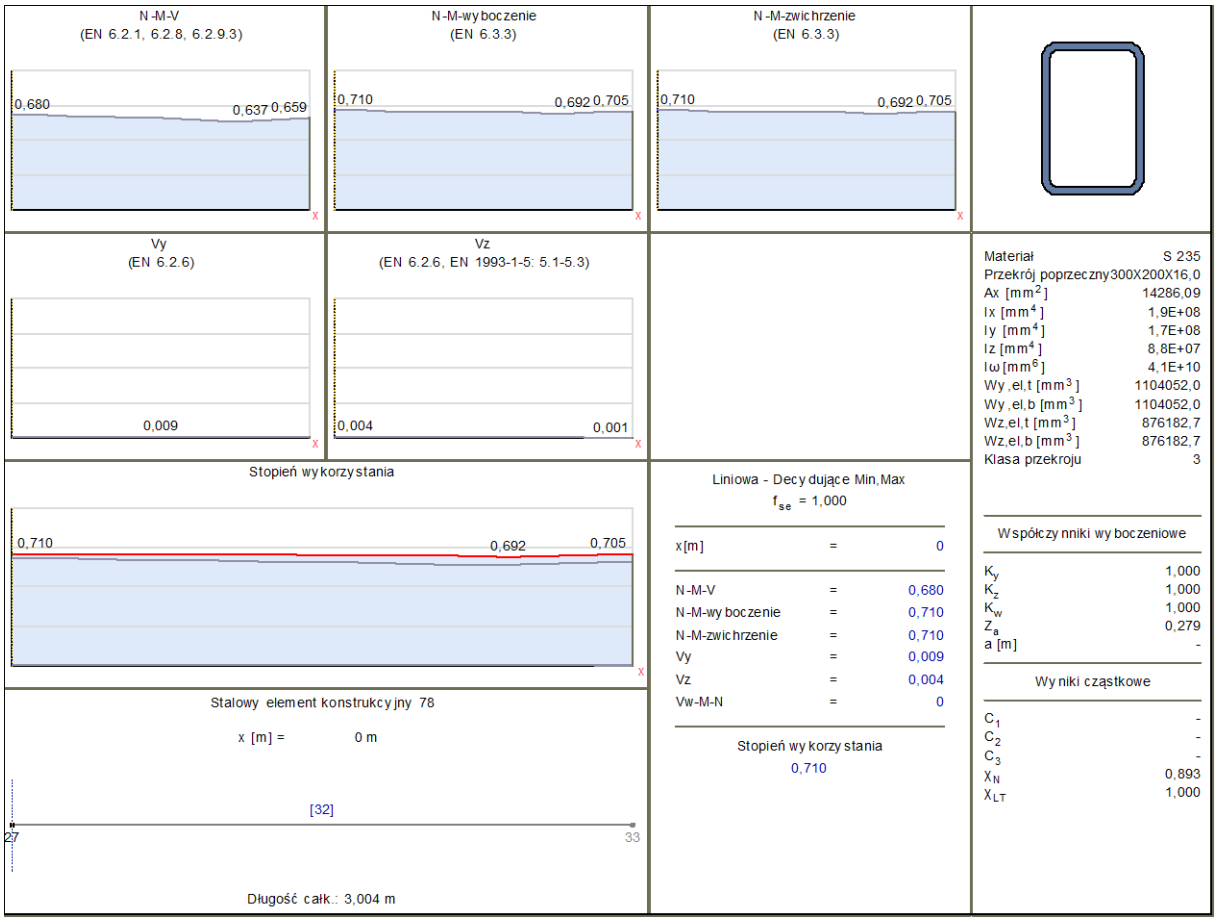
$\rightarrow \chi_{LT} = 1$

$$M_{b,Rd} = \frac{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_y}{\gamma_{M_1}} = \frac{1 \cdot 665368{,}98 \cdot 235{,}00}{1} = 156361710{,}00\ \text{Nmm} = 156{,}362\,kNm \quad (6.55)$$

$$\eta_{M_b} = \frac{\left|M_{y,Ed_{11}}\right|}{M_{b,Rd}} = \frac{|12574405{,}70|}{156361710{,}00} = 8{,}0\,\% \quad (6.54) \qquad \textbf{spełniony}$$

Biuro Analiz, Projektów i Wdrożeń „PROGRESSUS”
40-159 Katowice, ul. Jesionowa 9A
tel./ fax: 32 258-31-47 www.progressus.pl

1.6.2. Pas górny dźwigara



Biuro Analiz, Projektów i Wdrożeń „PROGRESSUS”
40-159 Katowice, ul. Jesionowa 9A
tel./ fax: 32 258-31-47 www.progressus.pl

WYMIAROWANIE ELEMENTU STALOWEGO

Wymiarowany element: **78**

Węzły: **27-33**

Norma: **Eurokod-PL**

Materiał: **S 235**

Przekrój poprzeczny: **300X200X16,0**

Przypadek obciążenia: **liniowa,(Wszystkie SGN (a, b)) Decydująca**

Wskaźnik dla sił sejsmicznych: **1,0**

Klasa przekroju: **3** (Wymiarowanie w zakresie sprężystym)

1. Siła normalna-Zginanie-Ścinanie

EN 1993-1-1: 6.2.1, 6.2.8, 6.2.9.3

Decydująca kombinacja: **[1,35*CW+1,35*ST1+1,35*ST3+1,35*ST4] {1,5*0,5*S1} (1,5*0,5*S6 +1,5*0,6*W1+1,5*0,6*W3)**

Położenie przekroju decydującego: $x = 0{,}00 \cdot L = 0{,}00 \cdot 3004{,}00 = 0$ mm

Efekt spaczenia przy skręcaniu jest ignorowany

$$\sigma_{N,Ed} = \frac{N_{Ed_1}}{A_{net}} = \frac{(-1936448{,}97)}{14286{,}09} = -135{,}55 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{My,Ed} = \frac{M_{y,Ed_1}}{I_y} \cdot h/2 = \frac{(-7066597{,}94)}{165607734{,}00} \cdot 300{,}00/2 = -6{,}40 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{Mz,Ed} = \frac{M_{z,Ed_1}}{I_z} \cdot b/2 = \frac{(-15585603{,}70)}{87618273{,}30} \cdot 200{,}00/2 = 17{,}79 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{T,xz,Ed} = \frac{M_{x,Ed_1}}{2 \cdot A0 \cdot t_w} + \frac{M_{x,Ed_1}}{I_t} \cdot t_w = \frac{779{,}28}{2 \cdot 14286{,}090 \cdot 16{,}00} + \frac{779{,}28}{193555062{,}00} \cdot 16{,}00 = 0{,}53 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{vonMises} = \sqrt{\left((\sigma_{N,Ed} + \sigma_{My,Ed} - \sigma_{Mz,Ed})^2 + 3 \cdot (\tau_{T,xz,Ed})^2\right)} = \sqrt{(((-135{,}55) + (-6{,}40) - 17{,}79)^2 + 3 \cdot (0{,}53)^2)} =$$

$$= 159{,}74 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta_{NMV} = \eta_{vonMises} = \frac{\sigma_{vonMises}}{\frac{f_y}{\gamma_{M0}}} = \frac{159{,}74}{\frac{235{,}00}{1}} = 68{,}0\,\% \quad (14) \qquad \textbf{spełniony}$$

2. Siła normalna-Zginanie-Wyboczenie giętne

EN 1993-1-1: 6.3.3, Annex B: Method 2

Decydująca kombinacja: **[1,35*CW+1,35*ST1+1,35*ST3+1,35*ST4] {1,5*0,5*S1} (1,5*0,5*S6 +1,5*0,6*W1+1,5*0,6*W3)**

Położenie przekroju decydującego: $x = 0{,}00 \cdot L = 0{,}00 \cdot 3004{,}00 = 0$ mm

$C_{my} = \max(0{,}2 + 0{,}8 \cdot \alpha_{my}, 0{,}4) = \max(0{,}2 + 0{,}8 \cdot 0{,}831, 0{,}4) = 0{,}865 \geq 0{,}4$ Tabela B.3

$C_{mz} = \max(0{,}2 + 0{,}8 \cdot \alpha_{mz}, 0{,}4) = \max(0{,}2 + 0{,}8 \cdot 0{,}359, 0{,}4) = 0{,}487 \geq 0{,}4$ Tabela B.3

$f_{yy} = \min(0{,}6 \cdot \lambda_y^* ; 0{,}6) = \min(0{,}6 \cdot 0{,}3 ; 0{,}6) = 0{,}178$

Biuro Analiz, Projektów i Wdrożeń „PROGRESSUS"
40-159 Katowice, ul. Jesionowa 9A
tel./ fax: 32 258-31-47 www.progressus.pl

$f_{zz} = \min\ (0{,}6 \cdot \lambda_z{}^* ; 0{,}6) = \min\ (0{,}6 \cdot 0{,}41 ; 0{,}6) = 0{,}245$

$$k_{yy} = C_{my} \cdot \left(1 + f_{yy} \cdot \frac{|N_{Ed_1}|}{\frac{\chi_y \cdot N_{pl,Rd}}{\gamma_{M_1}}}\right) = 0{,}865 \cdot \left(1 + 0{,}178 \cdot \frac{|(-1936448{,}97)|}{\frac{0{,}9506 \cdot 3357230{,}49}{1}}\right) = 0{,}959$$

$k_{zy} = 0{,}8 \cdot k_{yy} = 0{,}8 \cdot 0{,}959 = 0{,}767$ Tabela Annex B.1

$k_{yz} = k_{zz} = 0{,}564 = 0{,}564$

$$k_{zz} = C_{mz} \cdot \left(1 + f_{zz} \cdot \frac{|N_{Ed_1}|}{\frac{\chi_z \cdot N_{pl,Rd}}{\gamma_{M_1}}}\right) = 0{,}487 \cdot \left(1 + 0{,}245 \cdot \frac{|(-1936448{,}97)|}{\frac{0{,}8928 \cdot 3357230{,}49}{1}}\right) = 0{,}564$$ Tabela Annex B.1

$$\chi_y = \min\left(\frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \lambda_y{}^{*2}}} ; 1\right) = 0{,}9506 \quad (6.49)$$

$$\chi_z = \min\left(\frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \lambda_z{}^{*2}}} ; 1\right) = 0{,}8928 \quad (6.49)$$

$$\eta_{NMBuckl_1} = \frac{N_{Ed_1}}{\frac{\chi_y \cdot N_{pl,Rd}}{\gamma_{M_1}}} - k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed_1}}{\frac{M_{el,Rd,y}}{\gamma_{M_1}}} - k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed_1}}{\frac{M_{el,Rd,z}}{\gamma_{M_1}}} =$$

$$= \frac{(-1936448{,}97)}{\frac{0{,}9506 \cdot 3357230{,}49}{1}} - 0{,}959 \cdot \frac{(-7066597{,}94)}{\frac{259452125{,}00}{1}} - 0{,}564 \cdot \frac{(-15585603{,}70)}{\frac{205902946{,}00}{1}} = 67{,}6\,\% \quad (6.61)$$

$$\eta_{NMBuckl_2} = \frac{N_{Ed_1}}{\frac{\chi_z \cdot N_{pl,Rd}}{\gamma_{M_1}}} - k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed_1}}{\frac{M_{el,Rd,y}}{\gamma_{M_1}}} - k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed_1}}{\frac{M_{el,Rd,z}}{\gamma_{M_1}}} =$$

$$= \frac{(-1936448{,}97)}{\frac{0{,}8928 \cdot 3357230{,}49}{1}} - 0{,}767 \cdot \frac{(-7066597{,}94)}{\frac{259452125{,}00}{1}} - 0{,}564 \cdot \frac{(-15585603{,}70)}{\frac{205902946{,}00}{1}} = 71{,}0\,\% \quad (6.62)$$

$\eta_{NMBuckl} = 71{,}0\,\%$ **spełniony**

3. Siła normalna-Zginanie-Zwichrzenie

EN 1993-1-1: 6.3.3, Annex B: Method 2

Decydująca kombinacja: **[1,35*CW+1,35*ST1+1,35*ST3+1,35*ST4] {1,5*0,5*S1} (1,5*0,5*S6 +1,5*0,6*W1+1,5*0,6*W3)**

Położenie przekroju decydującego: $x = 0{,}00 \cdot L = 0{,}00 \cdot 3004{,}00 = 0$ mm

$C_{my} = \max\ (0{,}2 + 0{,}8 \cdot \alpha_{my}, 0{,}4) = \max\ (0{,}2 + 0{,}8 \cdot 0{,}831, 0{,}4) = 0{,}865 \geq 0{,}4$ Tabela B.3

$C_{mz} = \max\ (0{,}2 + 0{,}8 \cdot \alpha_{mz}, 0{,}4) = \max\ (0{,}2 + 0{,}8 \cdot 0{,}359, 0{,}4) = 0{,}487 \geq 0{,}4$ Tabela B.3

Biuro Analiz, Projektów i Wdrożeń „PROGRESSUS"
40-159 Katowice, ul. Jesionowa 9A
tel./ fax: 32 258-31-47 www.progressus.pl

$C_{mLT} = \max(0{,}2 + 0{,}8\cdot\alpha_{mLT}, 0{,}4) = \max(0{,}2 + 0{,}8\cdot 0{,}831, 0{,}4) = 0{,}865 \geq 0{,}4$ Tabela B.3

$f_{yy} = \min(0{,}6\cdot\lambda_y^* ; 0{,}6) = \min(0{,}6\cdot 0{,}3 ; 0{,}6) = 0{,}178$

$$k_{yy} = C_{my}\cdot\left(1 + f_{yy}\cdot\frac{|N_{Ed_1}|}{\frac{\chi_y\cdot N_{pl,Rd}}{\gamma_{M_1}}}\right) = 0{,}865\cdot\left(1 + 0{,}178\cdot\frac{|(-1936448{,}97)|}{\frac{0{,}9506\cdot 3357230{,}49}{1}}\right) = 0{,}959$$

$k_{zy} = 0{,}8\cdot k_{yy} = 0{,}8\cdot 0{,}959 = 0{,}767$ Tabela Annex B.1, B.2

$k_{yz} = k_{zz} = 0{,}564 = 0{,}564$

$$k_{zz} = C_{mz}\cdot\left(1 + f_{zz}\cdot\frac{|N_{Ed_1}|}{\frac{\chi_z\cdot N_{pl,Rd}}{\gamma_{M_1}}}\right) = 0{,}487\cdot\left(1 + 0{,}245\cdot\frac{|(-1936448{,}97)|}{\frac{0{,}8928\cdot 3357230{,}49}{1}}\right) = 0{,}564$$ Tabela Annex B.1, B.2

$$\chi_y = \min\left(\frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \lambda_y^{*2}}} ; 1\right) = 0{,}9506 \quad (6.49)$$

$$\chi_z = \min\left(\frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \lambda_z^{*2}}} ; 1\right) = 0{,}8928 \quad (6.49)$$

$\chi_{LT} = 1$ (6.56)

$$\eta_{NMLTBuckl_1} = \frac{|N_{Ed_1}|}{\frac{\chi_y\cdot N_{pl,Rd}}{\gamma_{M_1}}} + k_{yy}\cdot\frac{|M_{y,Ed_1}|}{\frac{\chi_{LT}\cdot M_{el,Rd,y,top}}{\gamma_{M_1}}} + k_{yz}\cdot\frac{|M_{z,Ed_1}|}{\frac{M_{el,Rd,z}}{\gamma_{M_1}}} =$$

$$= \frac{|(-1936448{,}97)|}{\frac{0{,}9506\cdot 3357230{,}49}{1}} + 0{,}959\cdot\frac{|(-7066597{,}94)|}{\frac{1\cdot 259452125{,}00}{1}} + 0{,}564\cdot\frac{|(-15585603{,}70)|}{\frac{205902946{,}00}{1}} = 67{,}6\,\% \quad (6.61)$$

$$\eta_{NMLTBuckl_2} = \frac{|N_{Ed_1}|}{\frac{\chi_z\cdot N_{pl,Rd}}{\gamma_{M_1}}} + k_{zy}\cdot\frac{|M_{y,Ed_1}|}{\frac{\chi_{LT}\cdot M_{el,Rd,y,top}}{\gamma_{M_1}}} + k_{zz}\cdot\frac{|M_{z,Ed_1}|}{\frac{M_{el,Rd,z}}{\gamma_{M_1}}} =$$

$$= \frac{|(-1936448{,}97)|}{\frac{0{,}8928\cdot 3357230{,}49}{1}} + 0{,}767\cdot\frac{|(-7066597{,}94)|}{\frac{1\cdot 259452125{,}00}{1}} + 0{,}564\cdot\frac{|(-15585603{,}70)|}{\frac{205902946{,}00}{1}} = 71{,}0\,\% \quad (6.62)$$

$\eta_{NMLTBuckl} = 71{,}0\,\%$ **spełniony**

4. Nośność przekroju przy ścinaniu (y):

EN 1993-1-1: 6.2.6

Decydująca kombinacja: **[1,35*CW+1,35*ST1+1,35*ST3+1,35*ST4] {1,5*0,5*S1} (1,5*0,5*S6 +1,5*0,6*W2+1,5*0,6*W5)**

Położenie przekroju decydującego: $x = 0{,}00\cdot L = 0{,}00\cdot 3004{,}00 = 0$ mm

Biuro Analiz, Projektów i Wdrożeń „PROGRESSUS"
40-159 Katowice, ul. Jesionowa 9A
tel./ fax: 32 258-31-47 www.progressus.pl

$$V_{pl,Rd,y} = \frac{A_{V,y} \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M_0}} = \frac{5714{,}43 \cdot 235{,}00}{\sqrt{3} \cdot 1} = 775319{,}17 \text{ N} \quad (6.18)$$

$M_{x,Ed_1} = 893080{,}41$ Nmm

$$V_{pl,T,Rd,y} = \left(1 - \frac{\tau_{T,xy_{Ed}}}{\frac{f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M_1}}}\right) \cdot V_{pl,Rd,y} = \left(1 - \frac{0{,}61}{\frac{235{,}00}{\sqrt{3} \cdot 1}}\right) \cdot 775319{,}17 = 771845{,}35 \text{ N} \quad (6.28)$$

$$\eta_{V_y} = \frac{\left|V_{y,Ed_1}\right|}{V_{pl,T,Rd,y}} = \frac{|(-6977{,}58)|}{771845{,}35} = 0{,}9\,\% \quad (6.17)$$ **spełniony**

5. Nośność środnika przy ścinaniu (niestateczność):

EN 1993-1-5: 5.1, 5.2, 5.3, 5.5, Annex A: A.3

Decydująca kombinacja: **[1,35*CW+1,35*ST1+1,35*ST3+1,35*ST4] {1,5*0,5*S1} (1,5*0,5*S6 +1,5*0,6*W1+1,5*0,6*W3)**

Położenie przekroju decydującego: $x = 0{,}00 \cdot L = 0{,}00 \cdot 3004{,}00 = 0$ mm

Ustawienia użytkownika: Nie ma potrzeby sprawdzania niestateczności środnika. →

$$V_{pl,Rd,z} = \frac{A_{V,z} \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M_0}} = \frac{8571{,}65 \cdot 235{,}00}{\sqrt{3} \cdot 1} = 1162978{,}76 \text{ N} \quad (6.18)$$

$M_{x,Ed_1} = 779280{,}30$ Nmm

$$V_{pl,T,Rd,z} = \left(1 - \frac{\tau_{T,xz_{Ed}}}{\frac{f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M_1}}}\right) \cdot V_{pl,Rd,z} = \left(1 - \frac{0{,}53}{\frac{235{,}00}{\sqrt{3} \cdot 1}}\right) \cdot 1162978{,}76 = 1158432{,}00 \text{ N} \quad (6.28)$$

$$\eta_{V_z} = \frac{\left|V_{z,Ed_1}\right|}{V_{pl,T,Rd,z}} = \frac{|(-5106{,}63)|}{1158432{,}00} = 0{,}4\,\% \quad (6.17)$$ **spełniony**

6. Ścinanie środnika-Zginanie-Siła normalna

EN 1993-1-1: 6.2.9; EN 1993-1-5: 7.1

Decydująca kombinacja: **[1,35*CW+1,35*ST1+1,35*ST3+1,35*ST4] {1,5*0,5*S1} (1,5*0,5*S6 +1,5*0,6*W1+1,5*0,6*W3)**

Położenie przekroju decydującego: $x = 0{,}00 \cdot L = 0{,}00 \cdot 3004{,}00 = 0$ mm

Ustawienia użytkownika: Nie ma potrzeby sprawdzania niestateczności środnika.

Wyniki cząstkowe

7. Nośność przekroju przy sile normalnej:

EN 1993-1-1: 6.2.4

Decydująca kombinacja: **[1,35*CW+1,35*ST1+1,35*ST3+1,35*ST4] {1,5*0,5*S1} (1,5*0,5*S6 +1,5*0,6*W1+1,5*0,6*W3)**

Biuro Analiz, Projektów i Wdrożeń „PROGRESSUS"
40-159 Katowice, ul. Jesionowa 9A
tel./ fax: 32 258-31-47 www.progressus.pl

Położenie przekroju decydującego: $x = 1{,}00 \cdot L = 1{,}00 \cdot 3004{,}00 = 3004{,}00$ mm

$$N_{pl,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M_0}} = \frac{14286{,}09 \cdot 235{,}00}{1} = 3357230{,}49 \text{ N} \quad (6.10)$$

$$\eta_N = \frac{\left|N_{Ed_{11}}\right|}{N_{pl,Rd}} = \frac{|(-1936671{,}75)|}{3357230{,}49} = 57{,}7\,\% \quad (6.9) \qquad \textbf{spełniony}$$

8. Nośność przekroju przy zginaniu (yy):

EN 1993-1-1: 6.2.5

Decydująca kombinacja: **[1,35*CW+1,35*ST1+1,35*ST3+1,35*ST4] {1,5*0,5*S1} (1,5*0,5*S6 +1,5*0,6*W1+1,5*0,6*W3)**

Położenie przekroju decydującego: $x = 1{,}00 \cdot L = 1{,}00 \cdot 3004{,}00 = 3004{,}00$ mm

$$M_{el,Rd,y} = \frac{W_{el,y} \cdot f_y}{\gamma_{M_0}} = \frac{1104051{,}60 \cdot 235{,}00}{1} = 259452125{,}00 \text{ Nmm} = 259{,}452 kNm \quad (6.14)$$

$$\eta_{M_{y,el}} = \frac{\left|M_{y,Ed_{11}}\right|}{M_{el,Rd,y}} = \frac{|(-15714014{,}10)|}{259452125{,}00} = 6{,}1\,\% \quad (6.12) \qquad \textbf{spełniony}$$

9. Nośność przekroju przy zginaniu (zz):

EN 1993-1-1: 6.2.5

Decydująca kombinacja: **[1,35*CW+1,35*ST1+1,35*ST3+1,35*ST4] {1,5*0,5*S2} (1,5*0,5*S6 +1,5*0,6*W2+1,5*0,6*W5)**

Położenie przekroju decydującego: $x = 0{,}00 \cdot L = 0{,}00 \cdot 3004{,}00 = 0$ mm

$$M_{el,Rd,z} = \frac{W_{el,z} \cdot f_y}{\gamma_{M_0}} = \frac{876182{,}75 \cdot 235{,}00}{1} = 205902946{,}00 \text{ Nmm} = 205{,}903 kNm \quad (6.13)$$

$$\eta_{M_{z,el}} = \frac{\left|M_{z,Ed_1}\right|}{M_{el,Rd,z}} = \frac{|(-17910507{,}20)|}{205902946{,}00} = 8{,}7\,\% \quad (6.12) \qquad \textbf{spełniony}$$

10. Nośność przekroju przy ścinaniu (z):

EN 1993-1-1: 6.2.6

Decydująca kombinacja: **[1,35*CW+1,35*ST1+1,35*ST3+1,35*ST4] {1,5*0,5*S1} (1,5*0,5*S6 +1,5*0,6*W1+1,5*0,6*W3)**

Położenie przekroju decydującego: $x = 0{,}00 \cdot L = 0{,}00 \cdot 3004{,}00 = 0$ mm

$$V_{pl,Rd,z} = \frac{A_{V,z} \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M_0}} = \frac{8571{,}65 \cdot 235{,}00}{\sqrt{3} \cdot 1} = 1162978{,}76 \text{ N} \quad (6.18)$$

$$M_{x,Ed_1} = 779280{,}30 \text{ Nmm}$$

$$V_{pl,T,Rd,z} = \left(1 - \frac{\tau_{T,xz_{Ed}}}{\frac{f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M_1}}}\right) \cdot V_{pl,Rd,z} = \left(1 - \frac{0{,}53}{\frac{235{,}00}{\sqrt{3} \cdot 1}}\right) \cdot 1162978{,}76 = 1158432{,}00 \text{ N} \quad (6.28)$$

Biuro Analiz, Projektów i Wdrożeń „PROGRESSUS”
40-159 Katowice, ul. Jesionowa 9A
tel./ fax: 32 258-31-47 www.progressus.pl

$$\eta_{V_z} = \frac{\left|V_{z,Ed_1}\right|}{V_{pl,T,Rd,z}} = \frac{|(-5106{,}63)|}{1158432{,}00} = 0{,}4\,\% \quad (6.17)$$ **spełniony**

12. Sprawdzenie interakcji zginania z siłą normalną

EN 1993-1-1: 6.2.1, 6.2.8, 6.2.9.3

Decydująca kombinacja dla interakcji N-M-V (nośność): **[1,35*CW+1,35*ST1+1,35*ST3+1,35*ST4] {1,5*0,5*S1} (1,5*0,5*S6 +1,5*0,6*W1+1,5*0,6*W3)**

Położenie przekroju decydującego: $x = 0{,}00 \cdot L = 0{,}00 \cdot 3004{,}00 = 0$ mm

$$\eta_{MN} = \frac{N_{Ed_1}}{A \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M_0}}} + \frac{M_{y,Ed_1}}{W_{el,y} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M_0}}} + \frac{M_{z,Ed_1}}{W_{el,z} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M_0}}} = \frac{(-1936448{,}97)}{14286{,}09 \cdot \frac{235{,}00}{1}} + \frac{(-7066597{,}94)}{1104051{,}60 \cdot \frac{235{,}00}{1}} + \frac{(-15585603{,}70)}{876182{,}75 \cdot \frac{235{,}00}{1}} = 68{,}0\,\%$$

spełniony

13. Nośność na wyboczenie:

EN 1993-1-1: 6.3.1

Decydująca kombinacja dla interakcji N-M-Wyboczenie: **[1,35*CW+1,35*ST1+1,35*ST3+1,35*ST4] {1,5*0,5*S1} (1,5*0,5*S6 +1,5*0,6*W1+1,5*0,6*W3)**

Położenie przekroju decydującego: $x = 0{,}00 \cdot L = 0{,}00 \cdot 3004{,}00 = 0$ mm

$k_y = 1$

$k_z = 1$

$L_{cr_y} = k_y \cdot L = 1 \cdot 3004{,}00 = 3004{,}00$ mm

$L_{cr_z} = k_z \cdot L = 1 \cdot 3004{,}00 = 3004{,}00$ mm

Krzywa wyboczenia wokół osi y: c Tabela 6.2

$\rightarrow \alpha_y = 0{,}49$ Tabela 6.1

Krzywa wyboczenia wokół osi z: c Tabela 6.2

$\rightarrow \alpha_z = 0{,}49$ Tabela 6.1

$$\lambda_y{}^* = \frac{L_{cr_y}}{i_y} \cdot \frac{1}{\lambda_1} = \frac{3004{,}00}{107{,}67} \cdot \frac{1}{93{,}9} = 0{,}3 \quad (6.50)$$

$$\lambda_z{}^* = \frac{L_{cr_z}}{i_z} \cdot \frac{1}{\lambda_1} = \frac{3004{,}00}{78{,}31} \cdot \frac{1}{93{,}9} = 0{,}41 \quad (6.50)$$

$$\phi_y = \frac{1 + \alpha_y \cdot (\lambda_y{}^* - 0{,}2) + \lambda_y{}^{*2}}{2} = \frac{1 + 0{,}49 \cdot (0{,}3 - 0{,}2) + 0{,}3^2}{2} = 0{,}5679$$

$$\phi_z = \frac{1 + \alpha_z \cdot (\lambda_z{}^* - 0{,}2) + \lambda_z{}^{*2}}{2} = \frac{1 + 0{,}49 \cdot (0{,}41 - 0{,}2) + 0{,}41^2}{2} = 0{,}6345$$

Biuro Analiz, Projektów i Wdrożeń „PROGRESSUS”
40-159 Katowice, ul. Jesionowa 9A
tel./ fax: 32 258-31-47 www.progressus.pl

$$\chi_y = \min\left(\frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \lambda_y{*}^2}}\,;1\right) = \min\left(\frac{1}{0{,}5679 + \sqrt{0{,}5679^2 - 0{,}3^2}}\,;1\right) = 0{,}9506 \quad (6.49)$$

$$\chi_z = \min\left(\frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \lambda_z{*}^2}}\,;1\right) = \min\left(\frac{1}{0{,}6345 + \sqrt{0{,}6345^2 - 0{,}41^2}}\,;1\right) = 0{,}8928 \quad (6.49)$$

$$\chi = \min\,(\chi_y\,;\chi_z) = \min\,(0{,}9506\,;\,0{,}8928) = 0{,}8928 \leq 1{,}0$$

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi \cdot A \cdot f_y}{\gamma_{M_1}} = \frac{0{,}8928 \cdot 14286{,}09 \cdot 235{,}00}{1} = 2997488{,}83\ \text{N} \quad (6.47)$$

$$\eta_{N_b} = \frac{\left|N_{Ed_{11}}\right|}{N_{b,Rd}} = \frac{|(-1936671{,}75)|}{2997488{,}83} = 64{,}6\,\% \quad (6.46) \qquad \textbf{spełniony}$$

14. Nośność na zwichrzenie:

EN 1993-1-1: 6.3.2

Decydująca kombinacja dla interakcji N-M-Zwichrzenie: **[1,35*CW+1,35*ST1+1,35*ST3+1,35*ST4] {1,5*0,5*S1} (1,5*0,5*S6 +1,5*0,6*W1+1,5*0,6*W3)**

Położenie przekroju decydującego: $x = 0{,}00 \cdot L = 0{,}00 \cdot 3004{,}00 = 0$ mm

Ustawienia użytkownika: Element konstrukcyjny jest wystarczająco zabezpieczony przed zwichrzeniem.

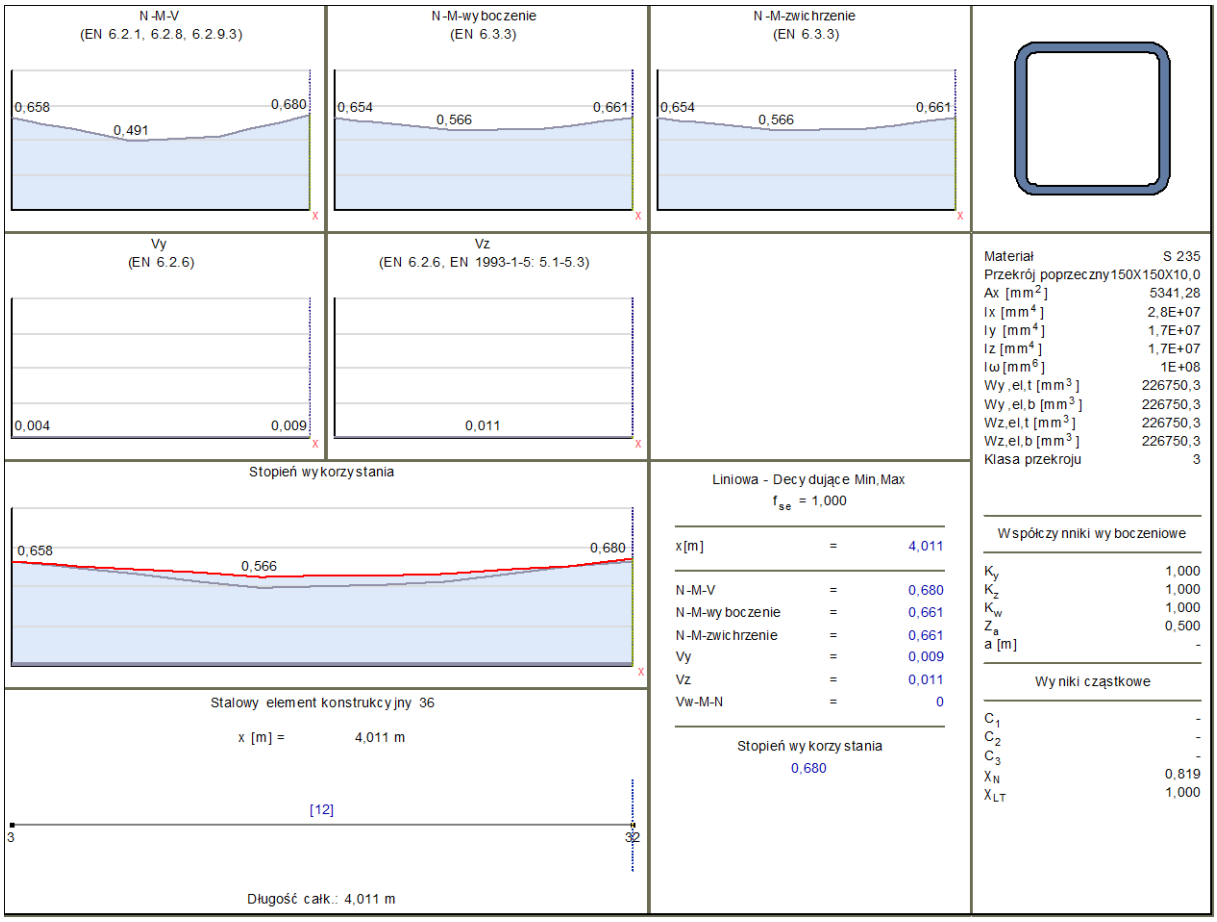
$\rightarrow \chi_{LT} = 1$

$$M_{b,Rd} = \frac{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_y}{\gamma_{M_1}} = \frac{1 \cdot 1104051{,}60 \cdot 235{,}00}{1} = 259452125{,}00\ \text{Nmm} = 259{,}452\,kNm \quad (6.55)$$

$$\eta_{M_b} = \frac{\left|M_{y,Ed_1}\right|}{M_{b,Rd}} = \frac{|(-7066597{,}94)|}{259452125{,}00} = 2{,}7\,\% \quad (6.54) \qquad \textbf{spełniony}$$

Biuro Analiz, Projektów i Wdrożeń „PROGRESSUS”
40-159 Katowice, ul. Jesionowa 9A
tel./ fax: 32 258-31-47 www.progressus.pl

1.6.3. Krzyżulec 1



Biuro Analiz, Projektów i Wdrożeń „PROGRESSUS”
40-159 Katowice, ul. Jesionowa 9A
tel./ fax: 32 258-31-47 www.progressus.pl

WYMIAROWANIE ELEMENTU STALOWEGO

Wymiarowany element: **36**

Węzły: **3-32**

Norma: **Eurokod-PL**

Materiał: **S 235**

Przekrój poprzeczny: **150X150X10,0**

Przypadek obciążenia: **liniowa,(Wszystkie SGN (a, b)) Decydująca**

Wskaźnik dla sił sejsmicznych: **1,0**

Klasa przekroju: **3** (Wymiarowanie w zakresie sprężystym)

1. Siła normalna-Zginanie-Ścinanie

EN 1993-1-1: 6.2.1, 6.2.8, 6.2.9.3

Decydująca kombinacja: **[1,35*CW+1,35*ST1+1,35*ST3+1,35*ST4] {1,5*0,5*S1} (1,5*0,5*S6 +1,5*0,6*W2+1,5*0,6*W5)**

Położenie przekroju decydującego: $x = 1{,}00 \cdot L = 1{,}00 \cdot 4011{,}08 = 4011{,}08$ mm

Efekt spaczenia przy skręcaniu jest ignorowany

$$\sigma_{N,Ed} = \frac{N_{Ed_{12}}}{A_{net}} = \frac{(-551933{,}17)}{5341{,}28} = -103{,}33 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{My,Ed} = \frac{M_{y,Ed_{12}}}{I_y} \cdot h/2 = \frac{(-9623093{,}61)}{17006275{,}60} \cdot 150{,}00/2 = -42{,}44 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{Mz,Ed} = \frac{M_{z,Ed_{12}}}{I_z} \cdot b/2 = \frac{3150082{,}35}{17006275{,}60} \cdot 150{,}00/2 = 13{,}89 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{T,xz,Ed} = \frac{M_{x,Ed_{12}}}{2 \cdot A0 \cdot t_w} + \frac{M_{x,Ed_{12}}}{I_t} \cdot t_w = \frac{1307{,}07}{2 \cdot 5341{,}280 \cdot 10{,}00} + \frac{1307{,}07}{28479706{,}40} \cdot 10{,}00 = 3{,}79 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{vonMises} = \sqrt{\left((\sigma_{N,Ed} + \sigma_{My,Ed} - \sigma_{Mz,Ed})^2 + 3 \cdot (\tau_{T,xz,Ed})^2\right)} = \sqrt{(((-103{,}33) + (-42{,}44) - 13{,}89)^2 + 3 \cdot (3{,}79)^2)} =$$

$$= 159{,}80 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta_{NMV} = \eta_{vonMises} = \frac{\sigma_{vonMises}}{\frac{f_y}{\gamma_{M0}}} = \frac{159{,}80}{\frac{235{,}00}{1}} = 68{,}0\,\% \quad (14) \qquad \textbf{spełniony}$$

2. Siła normalna-Zginanie-Wyboczenie giętne

EN 1993-1-1: 6.3.3, Annex B: Method 2

Decydująca kombinacja: **[1,35*CW+1,35*ST1+1,35*ST3+1,35*ST4] {1,5*0,5*S1} (1,5*0,5*S6 +1,5*0,6*W2+1,5*0,6*W5)**

Położenie przekroju decydującego: $x = 1{,}00 \cdot L = 1{,}00 \cdot 4011{,}08 = 4011{,}08$ mm

$C_{my} = \max(0{,}2 + 0{,}8 \cdot \alpha_{my}, 0{,}4) = \max(0{,}2 + 0{,}8 \cdot 0{,}151, 0{,}4) = 0{,}4 \geq 0{,}4$ Tabela B.3

$C_{mz} = \max(0{,}2 + 0{,}8 \cdot \alpha_{mz}, 0{,}4) = \max(0{,}2 + 0{,}8 \cdot 0{,}329, 0{,}4) = 0{,}464 \geq 0{,}4$ Tabela B.3

$f_{yy} = \min(0{,}6 \cdot \lambda_y^* ; 0{,}6) = \min(0{,}6 \cdot 0{,}76 ; 0{,}6) = 0{,}454$

Biuro Analiz, Projektów i Wdrożeń „PROGRESSUS"
40-159 Katowice, ul. Jesionowa 9A
tel./ fax: 32 258-31-47 www.progressus.pl

$f_{zz} = \min\ (0{,}6 \cdot \lambda_z{}^* ;\ 0{,}6) = \min\ (0{,}6 \cdot 0{,}76 ;\ 0{,}6) = 0{,}454$

$$k_{yy} = C_{my} \cdot \left(1 + f_{yy} \cdot \frac{\left|N_{Ed_{12}}\right|}{\frac{\chi_y \cdot N_{pl,Rd}}{\gamma_{M_1}}}\right) = 0{,}4 \cdot \left(1 + 0{,}454 \cdot \frac{|(-551933{,}17)|}{\frac{0{,}8194 \cdot 1255201{,}80}{1}}\right) = 0{,}497$$

$k_{zy} = 0{,}8 \cdot k_{yy} = 0{,}8 \cdot 0{,}497 = 0{,}398$ Tabela Annex B.1

$k_{yz} = k_{zz} = 0{,}576 = 0{,}576$

$$k_{zz} = C_{mz} \cdot \left(1 + f_{zz} \cdot \frac{\left|N_{Ed_{12}}\right|}{\frac{\chi_z \cdot N_{pl,Rd}}{\gamma_{M_1}}}\right) = 0{,}464 \cdot \left(1 + 0{,}454 \cdot \frac{|(-551933{,}17)|}{\frac{0{,}8194 \cdot 1255201{,}80}{1}}\right) = 0{,}576$$ Tabela Annex B.1

$$\chi_y = \min\left(\frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \lambda_y{}^{*2}}} ;\ 1\right) = 0{,}8194 \quad (6.49)$$

$$\chi_z = \min\left(\frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \lambda_z{}^{*2}}} ;\ 1\right) = 0{,}8194 \quad (6.49)$$

$$\eta_{NMBuckl_1} = \frac{N_{Ed_{12}}}{\frac{\chi_y \cdot N_{pl,Rd}}{\gamma_{M_1}}} - k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed_{12}}}{\frac{M_{el,Rd,y}}{\gamma_{M_1}}} - k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed_{12}}}{\frac{M_{el,Rd,z}}{\gamma_{M_1}}} =$$

$$= \frac{(-551933{,}17)}{\frac{0{,}8194 \cdot 1255201{,}80}{1}} - 0{,}497 \cdot \frac{(-9623093{,}61)}{\frac{53286330{,}90}{1}} - 0{,}576 \cdot \frac{3150082{,}35}{\frac{53286330{,}90}{1}} = 66{,}1\,\% \quad (6.61)$$

$$\eta_{NMBuckl_2} = \frac{N_{Ed_{12}}}{\frac{\chi_z \cdot N_{pl,Rd}}{\gamma_{M_1}}} - k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed_{12}}}{\frac{M_{el,Rd,y}}{\gamma_{M_1}}} - k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed_{12}}}{\frac{M_{el,Rd,z}}{\gamma_{M_1}}} =$$

$$= \frac{(-551933{,}17)}{\frac{0{,}8194 \cdot 1255201{,}80}{1}} - 0{,}398 \cdot \frac{(-9623093{,}61)}{\frac{53286330{,}90}{1}} - 0{,}576 \cdot \frac{3150082{,}35}{\frac{53286330{,}90}{1}} = 64{,}3\,\% \quad (6.62)$$

$\eta_{NMBuckl} = 66{,}1\,\%$ **spełniony**

3. Siła normalna-Zginanie-Zwichrzenie

EN 1993-1-1: 6.3.3, Annex B: Method 2

Decydująca kombinacja: **[1,35*CW+1,35*ST1+1,35*ST3+1,35*ST4] {1,5*0,5*S1} (1,5*0,5*S6 +1,5*0,6*W2+1,5*0,6*W5)**

Położenie przekroju decydującego: $x = 1{,}00 \cdot L = 1{,}00 \cdot 4011{,}08 = 4011{,}08$ mm

$C_{my} = \max\ (0{,}2 + 0{,}8 \cdot \alpha_{my}, 0{,}4) = \max\ (0{,}2 + 0{,}8 \cdot 0{,}151, 0{,}4) = 0{,}4 \geq 0{,}4$ Tabela B.3

$C_{mz} = \max\ (0{,}2 + 0{,}8 \cdot \alpha_{mz}, 0{,}4) = \max\ (0{,}2 + 0{,}8 \cdot 0{,}329, 0{,}4) = 0{,}464 \geq 0{,}4$ Tabela B.3

Biuro Analiz, Projektów i Wdrożeń „PROGRESSUS"
40-159 Katowice, ul. Jesionowa 9A
tel./ fax: 32 258-31-47 www.progressus.pl

$C_{mLT} = \max(0{,}2 + 0{,}8 \cdot \alpha_{mLT}, 0{,}4) = \max(0{,}2 + 0{,}8 \cdot 0{,}151, 0{,}4) = 0{,}4 \geq 0{,}4$ Tabela B.3

$f_{yy} = \min(0{,}6 \cdot \lambda_y^* ; 0{,}6) = \min(0{,}6 \cdot 0{,}76 ; 0{,}6) = 0{,}454$

$$k_{yy} = C_{my} \cdot \left(1 + f_{yy} \cdot \frac{|N_{Ed_{12}}|}{\frac{\chi_y \cdot N_{pl,Rd}}{\gamma_{M_1}}}\right) = 0{,}4 \cdot \left(1 + 0{,}454 \cdot \frac{|(-551933{,}17)|}{\frac{0{,}8194 \cdot 1255201{,}80}{1}}\right) = 0{,}497$$

$k_{zy} = 0{,}8 \cdot k_{yy} = 0{,}8 \cdot 0{,}497 = 0{,}398$ Tabela Annex B.1, B.2

$k_{yz} = k_{zz} = 0{,}576 = 0{,}576$

$$k_{zz} = C_{mz} \cdot \left(1 + f_{zz} \cdot \frac{|N_{Ed_{12}}|}{\frac{\chi_z \cdot N_{pl,Rd}}{\gamma_{M_1}}}\right) = 0{,}464 \cdot \left(1 + 0{,}454 \cdot \frac{|(-551933{,}17)|}{\frac{0{,}8194 \cdot 1255201{,}80}{1}}\right) = 0{,}576$$ Tabela Annex B.1, B.2

$$\chi_y = \min\left(\frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \lambda_y^{*2}}} ; 1\right) = 0{,}8194$$ (6.49)

$$\chi_z = \min\left(\frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \lambda_z^{*2}}} ; 1\right) = 0{,}8194$$ (6.49)

$\chi_{LT} = 1$ (6.56)

$$\eta_{NMLTBuckl_1} = \frac{|N_{Ed_{12}}|}{\frac{\chi_y \cdot N_{pl,Rd}}{\gamma_{M_1}}} + k_{yy} \cdot \frac{|M_{y,Ed_{12}}|}{\frac{\chi_{LT} \cdot M_{el,Rd,y,top}}{\gamma_{M_1}}} + k_{yz} \cdot \frac{|M_{z,Ed_{12}}|}{\frac{M_{el,Rd,z}}{\gamma_{M_1}}} =$$

$$= \frac{|(-551933{,}17)|}{\frac{0{,}8194 \cdot 1255201{,}80}{1}} + 0{,}497 \cdot \frac{|(-9623093{,}61)|}{\frac{1 \cdot 53286330{,}90}{1}} + 0{,}576 \cdot \frac{|3150082{,}35|}{\frac{53286330{,}90}{1}} = 66{,}1\,\%$$ (6.61)

$$\eta_{NMLTBuckl_2} = \frac{|N_{Ed_{12}}|}{\frac{\chi_z \cdot N_{pl,Rd}}{\gamma_{M_1}}} + k_{zy} \cdot \frac{|M_{y,Ed_{12}}|}{\frac{\chi_{LT} \cdot M_{el,Rd,y,top}}{\gamma_{M_1}}} + k_{zz} \cdot \frac{|M_{z,Ed_{12}}|}{\frac{M_{el,Rd,z}}{\gamma_{M_1}}} =$$

$$= \frac{|(-551933{,}17)|}{\frac{0{,}8194 \cdot 1255201{,}80}{1}} + 0{,}398 \cdot \frac{|(-9623093{,}61)|}{\frac{1 \cdot 53286330{,}90}{1}} + 0{,}576 \cdot \frac{|3150082{,}35|}{\frac{53286330{,}90}{1}} = 64{,}3\,\%$$ (6.62)

$\eta_{NMLTBuckl} = 66{,}1\,\%$ **spełniony**

4. Nośność przekroju przy ścinaniu (y):

EN 1993-1-1: 6.2.6

Decydująca kombinacja: **[1,35*CW+1,35*ST1+1,35*ST3+1,35*ST4] {1,5*0,6*W2} (1,5*0,5*S2 +1,5*0,5*S6+1,5*0,6*W3)**

Położenie przekroju decydującego: $x = 1{,}00 \cdot L = 1{,}00 \cdot 4011{,}08 = 4011{,}08$ mm

Biuro Analiz, Projektów i Wdrożeń „PROGRESSUS"
40-159 Katowice, ul. Jesionowa 9A
tel./ fax: 32 258-31-47 www.progressus.pl

$$V_{pl,Rd,y} = \frac{A_{V,y} \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M_0}} = \frac{2670{,}64 \cdot 235{,}00}{\sqrt{3} \cdot 1} = 362345{,}55 \text{ N} \quad (6.18)$$

$$M_{x,Ed_{12}} = 1174912{,}81 \text{ Nmm}$$

$$V_{pl,T,Rd,y} = \left(1 - \frac{\tau_{T,xy_{Ed}}}{\frac{f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M_1}}}\right) \cdot V_{pl,Rd,y} = \left(1 - \frac{3{,}41}{\frac{235{,}00}{\sqrt{3} \cdot 1}}\right) \cdot 362345{,}55 = 353239{,}27 \text{ N} \quad (6.28)$$

$$\eta_{V_y} = \frac{\left|V_{y,Ed_{12}}\right|}{V_{pl,T,Rd,y}} = \frac{|(-3235{,}04)|}{353239{,}27} = 0{,}9\,\% \quad (6.17) \qquad \textbf{spełniony}$$

5. Nośność środnika przy ścinaniu (niestateczność):

EN 1993-1-5: 5.1, 5.2, 5.3, 5.5, Annex A: A.3

Decydująca kombinacja: **[1,35*CW+1,35*ST1+1,35*ST3+1,35*ST4] {1,5*0,5*S1} (1,5*0,5*S6 +1,5*0,6*W2+1,5*0,6*W3)**

Położenie przekroju decydującego: $x = 0{,}00 \cdot L = 0{,}00 \cdot 4011{,}08 = 0$ mm

Ustawienia użytkownika: Nie ma potrzeby sprawdzania niestateczności środnika. →

$$V_{pl,Rd,z} = \frac{A_{V,z} \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M_0}} = \frac{2670{,}64 \cdot 235{,}00}{\sqrt{3} \cdot 1} = 362345{,}55 \text{ N} \quad (6.18)$$

$$M_{x,Ed_1} = 1128746{,}87 \text{ Nmm}$$

$$V_{pl,T,Rd,z} = \left(1 - \frac{\tau_{T,xz_{Ed}}}{\frac{f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M_1}}}\right) \cdot V_{pl,Rd,z} = \left(1 - \frac{3{,}28}{\frac{235{,}00}{\sqrt{3} \cdot 1}}\right) \cdot 362345{,}55 = 353597{,}09 \text{ N} \quad (6.28)$$

$$\eta_{V_z} = \frac{\left|V_{z,Ed_1}\right|}{V_{pl,T,Rd,z}} = \frac{|(-4137{,}15)|}{353597{,}09} = 1{,}2\,\% \quad (6.17) \qquad \textbf{spełniony}$$

6. Ścinanie środnika-Zginanie-Siła normalna

EN 1993-1-1: 6.2.9; EN 1993-1-5: 7.1

Decydująca kombinacja: **[1,35*CW+1,35*ST1+1,35*ST3+1,35*ST4] {1,5*0,5*S1} (1,5*0,5*S6 +1,5*0,6*W2+1,5*0,6*W5)**

Położenie przekroju decydującego: $x = 0{,}00 \cdot L = 0{,}00 \cdot 4011{,}08 = 0$ mm

Ustawienia użytkownika: Nie ma potrzeby sprawdzania niestateczności środnika.

Wyniki cząstkowe

7. Nośność przekroju przy sile normalnej:

EN 1993-1-1: 6.2.4

Decydująca kombinacja: **[1,35*CW+1,35*ST1+1,35*ST3+1,35*ST4] {1,5*0,5*S1} (1,5*0,5*S6 +1,5*0,6*W2+1,5*0,6*W5)**

Biuro Analiz, Projektów i Wdrożeń „PROGRESSUS"
40-159 Katowice, ul. Jesionowa 9A
tel./ fax: 32 258-31-47 www.progressus.pl

Położenie przekroju decydującego: $x = 0{,}00 \cdot L = 0{,}00 \cdot 4011{,}08 = 0$ mm

$$N_{pl,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M_0}} = \frac{5341{,}28 \cdot 235{,}00}{1} = 1255201{,}80 \text{ N} \quad (6.10)$$

$$\eta_N = \frac{|N_{Ed_1}|}{N_{pl,Rd}} = \frac{|(-553893{,}92)|}{1255201{,}80} = 44{,}1\,\% \quad (6.9) \qquad \textbf{spełniony}$$

8. Nośność przekroju przy zginaniu (yy):

EN 1993-1-1: 6.2.5

Decydująca kombinacja: **[1,35*CW+1,35*ST1+1,35*ST3+1,35*ST4] {1,5*0,5*S2} (1,5*0,5*S6 +1,5*0,6*W2+1,5*0,6*W5)**

Położenie przekroju decydującego: $x = 1{,}00 \cdot L = 1{,}00 \cdot 4011{,}08 = 4011{,}08$ mm

$$M_{el,Rd,y} = \frac{W_{el,y} \cdot f_y}{\gamma_{M_0}} = \frac{226750{,}34 \cdot 235{,}00}{1} = 53286330{,}90 \text{ Nmm} = 53{,}286 kNm \quad (6.14)$$

$$\eta_{M_{y,el}} = \frac{|M_{y,Ed_{12}}|}{M_{el,Rd,y}} = \frac{|(-9628738{,}40)|}{53286330{,}90} = 18{,}1\,\% \quad (6.12) \qquad \textbf{spełniony}$$

9. Nośność przekroju przy zginaniu (zz):

EN 1993-1-1: 6.2.5

Decydująca kombinacja: **[1,35*CW+1,35*ST1+1,35*ST3+1,35*ST4] {1,5*0,5*S2} (1,5*0,5*S6 +1,5*0,6*W2+1,5*0,6*W5)**

Położenie przekroju decydującego: $x = 0{,}00 \cdot L = 0{,}00 \cdot 4011{,}08 = 0$ mm

$$M_{el,Rd,z} = \frac{W_{el,z} \cdot f_y}{\gamma_{M_0}} = \frac{226750{,}34 \cdot 235{,}00}{1} = 53286330{,}90 \text{ Nmm} = 53{,}286 kNm \quad (6.13)$$

$$\eta_{M_{z,el}} = \frac{|M_{z,Ed_1}|}{M_{el,Rd,z}} = \frac{|(-5084526{,}54)|}{53286330{,}90} = 9{,}5\,\% \quad (6.12) \qquad \textbf{spełniony}$$

10. Nośność przekroju przy ścinaniu (z):

EN 1993-1-1: 6.2.6

Decydująca kombinacja: **[1,35*CW+1,35*ST1+1,35*ST3+1,35*ST4] {1,5*0,6*W2} (1,5*0,5*S2 +1,5*0,5*S6+1,5*0,6*W3)**

Położenie przekroju decydującego: $x = 0{,}00 \cdot L = 0{,}00 \cdot 4011{,}08 = 0$ mm

$$V_{pl,Rd,z} = \frac{A_{V,z} \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M_0}} = \frac{2670{,}64 \cdot 235{,}00}{\sqrt{3} \cdot 1} = 362345{,}55 \text{ N} \quad (6.18)$$

$$M_{x,Ed_1} = 1174912{,}81 \text{ Nmm}$$

$$V_{pl,T,Rd,z} = \left(1 - \frac{\tau_{T,xz_{Ed}}}{\frac{f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M_1}}}\right) \cdot V_{pl,Rd,z} = \left(1 - \frac{3{,}41}{\frac{235{,}00}{\sqrt{3} \cdot 1}}\right) \cdot 362345{,}55 = 353239{,}27 \text{ N} \quad (6.28)$$

Biuro Analiz, Projektów i Wdrożeń „PROGRESSUS”
40-159 Katowice, ul. Jesionowa 9A
tel./ fax: 32 258-31-47 www.progressus.pl

$$\eta_{V_z} = \frac{\left|V_{z,Ed_1}\right|}{V_{pl,T,Rd,z}} = \frac{|(-4134{,}72)|}{353239{,}27} = 1{,}2\,\% \quad (6.17)$$ **spełniony**

12. Sprawdzenie interakcji zginania z siłą normalną

EN 1993-1-1: 6.2.1, 6.2.8, 6.2.9.3

Decydująca kombinacja dla interakcji N-M-V (nośność): **[1,35*CW+1,35*ST1+1,35*ST3+1,35*ST4] {1,5*0,5*S1} (1,5*0,5*S6 +1,5*0,6*W2+1,5*0,6*W5)**

Położenie przekroju decydującego: $x = 1{,}00 \cdot L = 1{,}00 \cdot 4011{,}08 = 4011{,}08$ mm

$$\eta_{MN} = \frac{N_{Ed_{12}}}{A \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}}} + \frac{M_{y,Ed_{12}}}{W_{el,y} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}}} + \frac{M_{z,Ed_{12}}}{W_{el,z} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}}} = \frac{(-551933{,}17)}{5341{,}28 \cdot \frac{235{,}00}{1}} + \frac{(-9623093{,}61)}{226750{,}34 \cdot \frac{235{,}00}{1}} + \frac{3150082{,}35}{226750{,}34 \cdot \frac{235{,}00}{1}} = 67{,}9\,\%$$

spełniony

13. Nośność na wyboczenie:

EN 1993-1-1: 6.3.1

Decydująca kombinacja dla interakcji N-M-Wyboczenie: **[1,35*CW+1,35*ST1+1,35*ST3+1,35*ST4] {1,5*0,5*S1} (1,5*0,5*S6 +1,5*0,6*W2+1,5*0,6*W5)**

Położenie przekroju decydującego: $x = 1{,}00 \cdot L = 1{,}00 \cdot 4011{,}08 = 4011{,}08$ mm

$k_y = 1$

$k_z = 1$

$L_{cr_y} = k_y \cdot L = 1 \cdot 4011{,}08 = 4011{,}08$ mm

$L_{cr_z} = k_z \cdot L = 1 \cdot 4011{,}08 = 4011{,}08$ mm

Krzywa wyboczenia wokół osi y: a Tabela 6.2

$\rightarrow \alpha_y = 0{,}21$ Tabela 6.1

Krzywa wyboczenia wokół osi z: a Tabela 6.2

$\rightarrow \alpha_z = 0{,}21$ Tabela 6.1

$$\lambda_y{}^* = \frac{L_{cr_y}}{i_y} \cdot \frac{1}{\lambda_1} = \frac{4011{,}08}{56{,}43} \cdot \frac{1}{93{,}9} = 0{,}76 \quad (6.50)$$

$$\lambda_z{}^* = \frac{L_{cr_z}}{i_z} \cdot \frac{1}{\lambda_1} = \frac{4011{,}08}{56{,}43} \cdot \frac{1}{93{,}9} = 0{,}76 \quad (6.50)$$

$$\phi_y = \frac{1 + \alpha_y \cdot (\lambda_y{}^* - 0{,}2) + \lambda_y{}^{*2}}{2} = \frac{1 + 0{,}21 \cdot (0{,}76 - 0{,}2) + 0{,}76^2}{2} = 0{,}8449$$

$$\phi_z = \frac{1 + \alpha_z \cdot (\lambda_z{}^* - 0{,}2) + \lambda_z{}^{*2}}{2} = \frac{1 + 0{,}21 \cdot (0{,}76 - 0{,}2) + 0{,}76^2}{2} = 0{,}8449$$

Biuro Analiz, Projektów i Wdrożeń „PROGRESSUS”
40-159 Katowice, ul. Jesionowa 9A
tel./ fax: 32 258-31-47 www.progressus.pl

$$\chi_y = \min\left(\frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \lambda_y{*}^2}}\,;1\right) = \min\left(\frac{1}{0{,}8449 + \sqrt{0{,}8449^2 - 0{,}76^2}}\,;1\right) = 0{,}8194 \quad (6.49)$$

$$\chi_z = \min\left(\frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \lambda_z{*}^2}}\,;1\right) = \min\left(\frac{1}{0{,}8449 + \sqrt{0{,}8449^2 - 0{,}76^2}}\,;1\right) = 0{,}8194 \quad (6.49)$$

$$\chi = \min\,(\chi_y\,;\chi_z) = \min\,(0{,}8194\,;0{,}8194) = 0{,}8194 \leq 1{,}0$$

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi \cdot A \cdot f_y}{\gamma_{M_1}} = \frac{0{,}8194 \cdot 5341{,}28 \cdot 235{,}00}{1} = 1028481{,}71\ \text{N} \quad (6.47)$$

$$\eta_{N_b} = \frac{\left|N_{Ed_1}\right|}{N_{b,Rd}} = \frac{|(-553893{,}92)|}{1028481{,}71} = 53{,}9\,\% \quad (6.46) \qquad \textbf{spełniony}$$

14. Nośność na zwichrzenie:

EN 1993-1-1: 6.3.2

Decydująca kombinacja dla interakcji N-M-Zwichrzenie: **[1,35*CW+1,35*ST1+1,35*ST3+1,35*ST4] {1,5*0,5*S1} (1,5*0,5*S6 +1,5*0,6*W2+1,5*0,6*W5)**

Położenie przekroju decydującego: $x = 1{,}00 \cdot L = 1{,}00 \cdot 4011{,}08 = 4011{,}08$ mm

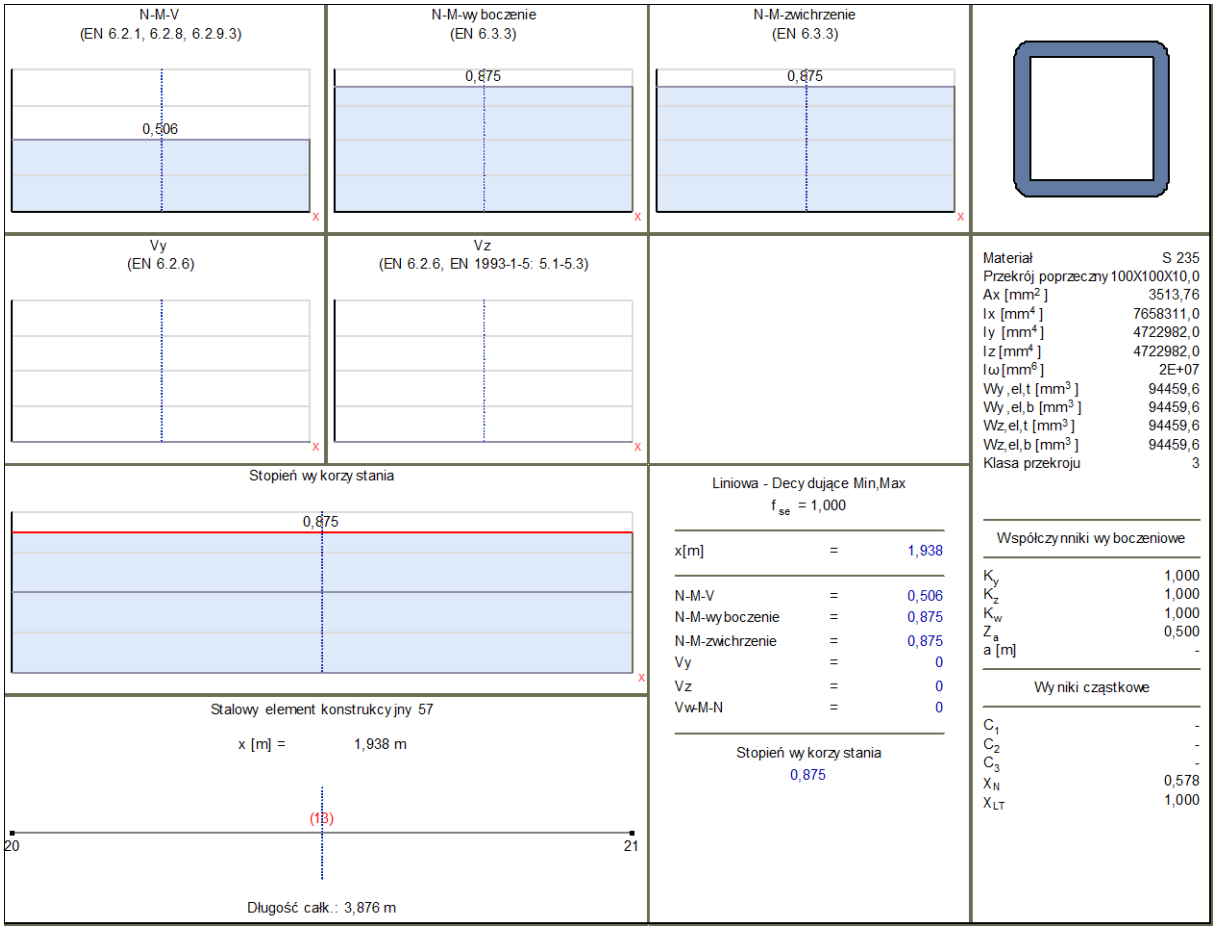
Przekrój poprzeczny: Prostokątny, h=b $\rightarrow \chi_{LT} = 1$

$$M_{b,Rd} = \frac{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_y}{\gamma_{M_1}} = \frac{1 \cdot 226750{,}34 \cdot 235{,}00}{1} = 53286330{,}90\ \text{Nmm} = 53{,}286\,kNm \quad (6.55)$$

$$\eta_{M_b} = \frac{\left|M_{y,Ed_{12}}\right|}{M_{b,Rd}} = \frac{|(-9623093{,}61)|}{53286330{,}90} = 18{,}1\,\% \quad (6.54) \qquad \textbf{spełniony}$$

Biuro Analiz, Projektów i Wdrożeń „PROGRESSUS”
40-159 Katowice, ul. Jesionowa 9A
tel./ fax: 32 258-31-47 www.progressus.pl

1.6.4. Krzyżulec 2



Biuro Analiz, Projektów i Wdrożeń „PROGRESSUS”
40-159 Katowice, ul. Jesionowa 9A
tel./ fax: 32 258-31-47 www.progressus.pl

WYMIAROWANIE ELEMENTU STALOWEGO

Wymiarowany element: **57**

Węzły: **20-21**

Norma: **Eurokod-PL**

Materiał: **S 235**

Przekrój poprzeczny: **100X100X10,0**

Przypadek obciążenia: **liniowa,(Wszystkie SGN (a, b)) Decydująca**

Wskaźnik dla sił sejsmicznych: **1,0**

Klasa przekroju: **3** (Wymiarowanie w zakresie sprężystym)

1. Siła normalna-Zginanie-Ścinanie

EN 1993-1-1: 6.2.1, 6.2.8, 6.2.9.3

Decydująca kombinacja: **[1,35*CW+1,35*ST1+1,35*ST3+1,35*ST4] {1,5*0,5*S1} (1,5*0,5*S6 +1,5*0,6*W1+1,5*0,6*W3)**

Położenie przekroju decydującego: $x = 0{,}00 \cdot L = 0{,}00 \cdot 3876{,}41 = 0$ mm

$N_{Ed_1} = -417909{,}27$ N

$$\eta_{NMV_{el}} = \frac{N_{Ed_1}}{A \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}}} + \frac{M_{y,Ed_1}}{W_{el,y} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}}} + \frac{M_{z,Ed_1}}{W_{el,z} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}}} = \frac{(-417909{,}27)}{3513{,}76 \cdot \frac{235{,}00}{1}} + \frac{0}{94459{,}65 \cdot \frac{235{,}00}{1}} + \frac{0}{94459{,}65 \cdot \frac{235{,}00}{1}} = 50{,}6\,\%$$

spełniony

2. Siła normalna-Zginanie-Wyboczenie giętne

EN 1993-1-1: 6.3.3, Annex B: Method 2

Decydująca kombinacja: **[1,35*CW+1,35*ST1+1,35*ST3+1,35*ST4] {1,5*0,5*S1} (1,5*0,5*S6 +1,5*0,6*W1+1,5*0,6*W3)**

Położenie przekroju decydującego: $x = 0{,}00 \cdot L = 0{,}00 \cdot 3876{,}41 = 0$ mm

$C_{my} = 1 \geq 0{,}4$ Tabela B.3

$C_{mz} = 1 \geq 0{,}4$ Tabela B.3

$f_{yy} = \min\,(0{,}6 \cdot \lambda_y{}^* ; 0{,}6) = \min\,(0{,}6 \cdot 1{,}13 ; 0{,}6) = 0{,}6$

$f_{zz} = \min\,(0{,}6 \cdot \lambda_z{}^* ; 0{,}6) = \min\,(0{,}6 \cdot 1{,}13 ; 0{,}6) = 0{,}6$

$$\chi_y = \min\left(\frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \lambda_y{}^{*2}}} ; 1\right) = 0{,}5784 \quad (6.49)$$

$$\chi_z = \min\left(\frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \lambda_z{}^{*2}}} ; 1\right) = 0{,}5784 \quad (6.49)$$

$$\eta_{NMBuckl_1} = \frac{N_{Ed_1}}{\frac{\chi_y \cdot N_{pl,Rd}}{\gamma_{M_1}}} = \frac{(-417909{,}27)}{\frac{0{,}5784 \cdot 825733{,}89}{1}} = 87{,}5\,\% \quad (6.61)$$

Biuro Analiz, Projektów i Wdrożeń „PROGRESSUS”
40-159 Katowice, ul. Jesionowa 9A
tel./ fax: 32 258-31-47 www.progressus.pl

$$\eta_{NMBuckl_2} = \frac{N_{Ed_1}}{\frac{\chi_z \cdot N_{pl,Rd}}{\gamma_{M_1}}} = \frac{(-417909{,}27)}{\frac{0{,}5784 \cdot 825733{,}89}{1}} = 87{,}5\,\% \quad (6.62)$$

$\eta_{NMBuckl} = 87{,}5\,\%$ **spełniony**

3. Siła normalna-Zginanie-Zwichrzenie

EN 1993-1-1: 6.3.3, Annex B: Method 2

Decydująca kombinacja: **[1,35*CW+1,35*ST1+1,35*ST3+1,35*ST4] {1,5*0,5*S1} (1,5*0,5*S6 +1,5*0,6*W1+1,5*0,6*W3)**

Położenie przekroju decydującego: $x = 0{,}00 \cdot L = 0{,}00 \cdot 3876{,}41 = 0$ mm

$C_{my} = 1 \geq 0{,}4$ Tabela B.3

$C_{mz} = 1 \geq 0{,}4$ Tabela B.3

$C_{mLT} = 1 \geq 0{,}4$ Tabela B.3

$f_{yy} = \min\,(0{,}6 \cdot \lambda_y{}^*\,;\,0{,}6) = \min\,(0{,}6 \cdot 1{,}13\,;\,0{,}6) = 0{,}6$

$$\chi_y = \min\left(\frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \lambda_y{}^{*2}}}\,;\,1\right) = 0{,}5784 \quad (6.49)$$

$$\chi_z = \min\left(\frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \lambda_z{}^{*2}}}\,;\,1\right) = 0{,}5784 \quad (6.49)$$

$\chi_{LT} = 1$ (6.56)

$$\eta_{NMLTBuckl_1} = \frac{\left|N_{Ed_1}\right|}{\frac{\chi_y \cdot N_{pl,Rd}}{\gamma_{M_1}}} = \frac{|(-417909{,}27)|}{\frac{0{,}5784 \cdot 825733{,}89}{1}} = 87{,}5\,\% \quad (6.61)$$

$$\eta_{NMLTBuckl_2} = \frac{\left|N_{Ed_1}\right|}{\frac{\chi_z \cdot N_{pl,Rd}}{\gamma_{M_1}}} = \frac{|(-417909{,}27)|}{\frac{0{,}5784 \cdot 825733{,}89}{1}} = 87{,}5\,\% \quad (6.62)$$

$\eta_{NMLTBuckl} = 87{,}5\,\%$ **spełniony**

4. Nośność przekroju przy ścinaniu (y):

EN 1993-1-1: 6.2.6

Decydująca kombinacja: **[1,35*CW+1,35*ST1+1,35*ST3+1,35*ST4] {1,5*0,5*S1} (1,5*0,5*S6 +1,5*0,6*W1+1,5*0,6*W3)**

Położenie przekroju decydującego: $x = 0{,}00 \cdot L = 0{,}00 \cdot 3876{,}41 = 0$ mm

$$V_{pl,Rd,y} = \frac{A_{V,y} \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M_0}} = \frac{1756{,}88 \cdot 235{,}00}{\sqrt{3} \cdot 1} = 238368{,}84 \text{ N} \quad (6.18)$$

Biuro Analiz, Projektów i Wdrożeń „PROGRESSUS"
40-159 Katowice, ul. Jesionowa 9A
tel./ fax: 32 258-31-47 www.progressus.pl

$$\eta_{V_y} = \frac{\left|V_{y,Ed_1}\right|}{V_{pl,Rd,y}} = \frac{|0|}{238368,84} = 0\,\% \quad (6.17) \qquad \textbf{spełniony}$$

5. Nośność środnika przy ścinaniu (niestateczność):

EN 1993-1-5: 5.1, 5.2, 5.3, 5.5, Annex A: A.3

Decydująca kombinacja: **[1,35*CW+1,35*ST1+1,35*ST3+1,35*ST4] {1,5*0,5*S1} (1,5*0,5*S6 +1,5*0,6*W1+1,5*0,6*W3)**

Położenie przekroju decydującego: $x = 0{,}00 \cdot L = 0{,}00 \cdot 3876{,}41 = 0$ mm

Ustawienia użytkownika: Nie ma potrzeby sprawdzania niestateczności środnika. →

$$V_{pl,Rd,z} = \frac{A_{V,z} \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M_0}} = \frac{1756{,}88 \cdot 235{,}00}{\sqrt{3} \cdot 1} = 238368{,}84 \text{ N} \quad (6.18)$$

$$\eta_{V_z} = \frac{\left|V_{z,Ed_1}\right|}{V_{pl,Rd,z}} = \frac{|0|}{238368{,}84} = 0\,\% \quad (6.17) \qquad \textbf{spełniony}$$

6. Ścinanie środnika-Zginanie-Siła normalna

EN 1993-1-1: 6.2.9; EN 1993-1-5: 7.1

Decydująca kombinacja: **[1,35*CW+1,35*ST1+1,35*ST3+1,35*ST4] {1,5*0,5*S1} (1,5*0,5*S6 +1,5*0,6*W1+1,5*0,6*W3)**

Położenie przekroju decydującego: $x = 0{,}00 \cdot L = 0{,}00 \cdot 3876{,}41 = 0$ mm

Ustawienia użytkownika: Nie ma potrzeby sprawdzania niestateczności środnika.

Wyniki cząstkowe

7. Nośność przekroju przy sile normalnej:

EN 1993-1-1: 6.2.4

Decydująca kombinacja: **[1,35*CW+1,35*ST1+1,35*ST3+1,35*ST4] {1,5*0,5*S1} (1,5*0,5*S6 +1,5*0,6*W1+1,5*0,6*W3)**

Położenie przekroju decydującego: $x = 0{,}00 \cdot L = 0{,}00 \cdot 3876{,}41 = 0$ mm

$$N_{pl,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M_0}} = \frac{3513{,}76 \cdot 235{,}00}{1} = 825733{,}89 \text{ N} \quad (6.10)$$

$$\eta_N = \frac{\left|N_{Ed_1}\right|}{N_{pl,Rd}} = \frac{|(-417909{,}27)|}{825733{,}89} = 50{,}6\,\% \quad (6.9) \qquad \textbf{spełniony}$$

8. Nośność przekroju przy zginaniu (yy):

EN 1993-1-1: 6.2.5

Decydująca kombinacja: **[1,35*CW+1,35*ST1+1,35*ST3+1,35*ST4] {1,5*0,5*S1} (1,5*0,5*S6 +1,5*0,6*W1+1,5*0,6*W3)**

Położenie przekroju decydującego: $x = 0{,}00 \cdot L = 0{,}00 \cdot 3876{,}41 = 0$ mm

$$M_{el,Rd,y} = \frac{W_{el,y} \cdot f_y}{\gamma_{M_0}} = \frac{94459{,}65 \cdot 235{,}00}{1} = 22198017{,}00 \text{ Nmm} = 22{,}198 kNm \quad (6.14)$$

Biuro Analiz, Projektów i Wdrożeń „PROGRESSUS”
40-159 Katowice, ul. Jesionowa 9A
tel./ fax: 32 258-31-47 www.progressus.pl

$$\eta_{M_{y,el}} = \frac{\left|M_{y,Ed_1}\right|}{M_{el,Rd,y}} = \frac{|0|}{22198017,00} = 0\,\% \quad (6.12) \qquad \textbf{spełniony}$$

9. Nośność przekroju przy zginaniu (zz):

EN 1993-1-1: 6.2.5

Decydująca kombinacja: **[1,35*CW+1,35*ST1+1,35*ST3+1,35*ST4] {1,5*0,5*S1} (1,5*0,5*S6 +1,5*0,6*W1+1,5*0,6*W3)**

Położenie przekroju decydującego: $x = 0{,}00 \cdot L = 0{,}00 \cdot 3876{,}41 = 0$ mm

$$M_{el,Rd,z} = \frac{W_{el,z} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{94459{,}65 \cdot 235{,}00}{1} = 22198017{,}00 \text{ Nmm} = 22{,}198 kNm \quad (6.13)$$

$$\eta_{M_{z,el}} = \frac{\left|M_{z,Ed_1}\right|}{M_{el,Rd,z}} = \frac{|0|}{22198017,00} = 0\,\% \quad (6.12) \qquad \textbf{spełniony}$$

10. Nośność przekroju przy ścinaniu (z):

EN 1993-1-1: 6.2.6

Decydująca kombinacja: **[1,35*CW+1,35*ST1+1,35*ST3+1,35*ST4] {1,5*0,5*S1} (1,5*0,5*S6 +1,5*0,6*W1+1,5*0,6*W3)**

Położenie przekroju decydującego: $x = 0{,}00 \cdot L = 0{,}00 \cdot 3876{,}41 = 0$ mm

$$V_{pl,Rd,z} = \frac{A_{V,z} \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = \frac{1756{,}88 \cdot 235{,}00}{\sqrt{3} \cdot 1} = 238368{,}84 \text{ N} \quad (6.18)$$

$$\eta_{V_z} = \frac{\left|V_{z,Ed_1}\right|}{V_{pl,Rd,z}} = \frac{|0|}{238368,84} = 0\,\% \quad (6.17) \qquad \textbf{spełniony}$$

12. Sprawdzenie interakcji zginania z siłą normalną

EN 1993-1-1: 6.2.1, 6.2.8, 6.2.9.3

Decydująca kombinacja dla interakcji N-M-V (nośność): **[1,35*CW+1,35*ST1+1,35*ST3+1,35*ST4] {1,5*0,5*S1} (1,5*0,5*S6 +1,5*0,6*W1+1,5*0,6*W3)**

Położenie przekroju decydującego: $x = 0{,}00 \cdot L = 0{,}00 \cdot 3876{,}41 = 0$ mm

$$\eta_{MN} = \frac{N_{Ed_1}}{A \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}}} + \frac{M_{y,Ed_1}}{W_{el,y} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}}} + \frac{M_{z,Ed_1}}{W_{el,z} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}}} = \frac{(-417909{,}27)}{3513{,}76 \cdot \frac{235{,}00}{1}} + \frac{0}{94459{,}65 \cdot \frac{235{,}00}{1}} + \frac{0}{94459{,}65 \cdot \frac{235{,}00}{1}} = 50{,}6\,\%$$

spełniony

13. Nośność na wyboczenie:

EN 1993-1-1: 6.3.1

Decydująca kombinacja dla interakcji N-M-Wyboczenie: **[1,35*CW+1,35*ST1+1,35*ST3+1,35*ST4] {1,5*0,5*S1} (1,5*0,5*S6**

Biuro Analiz, Projektów i Wdrożeń „PROGRESSUS"
40-159 Katowice, ul. Jesionowa 9A
tel./ fax: 32 258-31-47 www.progressus.pl

+1,5*0,6*W1+1,5*0,6*W3)

Położenie przekroju decydującego: $x = 0{,}00 \cdot L = 0{,}00 \cdot 3876{,}41 = 0$ mm

$k_y = 1$

$k_z = 1$

$L_{cr_y} = k_y \cdot L = 1 \cdot 3876{,}41 = 3876{,}41$ mm

$L_{cr_z} = k_z \cdot L = 1 \cdot 3876{,}41 = 3876{,}41$ mm

Krzywa wyboczenia wokół osi y: a Tabela 6.2

$\rightarrow \alpha_y = 0{,}21$ Tabela 6.1

Krzywa wyboczenia wokół osi z: a Tabela 6.2

$\rightarrow \alpha_z = 0{,}21$ Tabela 6.1

$$\lambda_y{}^* = \frac{L_{cr_y}}{i_y} \cdot \frac{1}{\lambda_1} = \frac{3876{,}41}{36{,}66} \cdot \frac{1}{93{,}9} = 1{,}13 \quad (6.50)$$

$$\lambda_z{}^* = \frac{L_{cr_z}}{i_z} \cdot \frac{1}{\lambda_1} = \frac{3876{,}41}{36{,}66} \cdot \frac{1}{93{,}9} = 1{,}13 \quad (6.50)$$

$$\phi_y = \frac{1 + \alpha_y \cdot (\lambda_y{}^* - 0{,}2) + \lambda_y{}^{*2}}{2} = \frac{1 + 0{,}21 \cdot (1{,}13 - 0{,}2) + 1{,}13^2}{2} = 1{,}231$$

$$\phi_z = \frac{1 + \alpha_z \cdot (\lambda_z{}^* - 0{,}2) + \lambda_z{}^{*2}}{2} = \frac{1 + 0{,}21 \cdot (1{,}13 - 0{,}2) + 1{,}13^2}{2} = 1{,}231$$

$$\chi_y = \min\left(\frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \lambda_y{}^{*2}}}\,;\,1\right) = \min\left(\frac{1}{1{,}231 + \sqrt{1{,}231^2 - 1{,}13^2}}\,;\,1\right) = 0{,}5784 \quad (6.49)$$

$$\chi_z = \min\left(\frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \lambda_z{}^{*2}}}\,;\,1\right) = \min\left(\frac{1}{1{,}231 + \sqrt{1{,}231^2 - 1{,}13^2}}\,;\,1\right) = 0{,}5784 \quad (6.49)$$

$$\chi = \min(\chi_y\,;\chi_z) = \min(0{,}5784\,;\,0{,}5784) = 0{,}5784 \leq 1{,}0$$

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi \cdot A \cdot f_y}{\gamma_{M_1}} = \frac{0{,}5784 \cdot 3513{,}76 \cdot 235{,}00}{1} = 477643{,}68 \text{ N} \quad (6.47)$$

$$\eta_{N_b} = \frac{|N_{Ed_1}|}{N_{b,Rd}} = \frac{|(-417909{,}27)|}{477643{,}68} = 87{,}5\,\% \quad (6.46) \qquad \textbf{spełniony}$$

14. Nośność na zwichrzenie:

EN 1993-1-1: 6.3.2

Decydująca kombinacja dla interakcji N-M-Zwichrzenie: **[1,35*CW+1,35*ST1+1,35*ST3+1,35*ST4]**
{1,5*0,5*S1} (1,5*0,5*S6
+1,5*0,6*W1+1,5*0,6*W3)

Położenie przekroju decydującego: $x = 0{,}00 \cdot L = 0{,}00 \cdot 3876{,}41 = 0$ mm

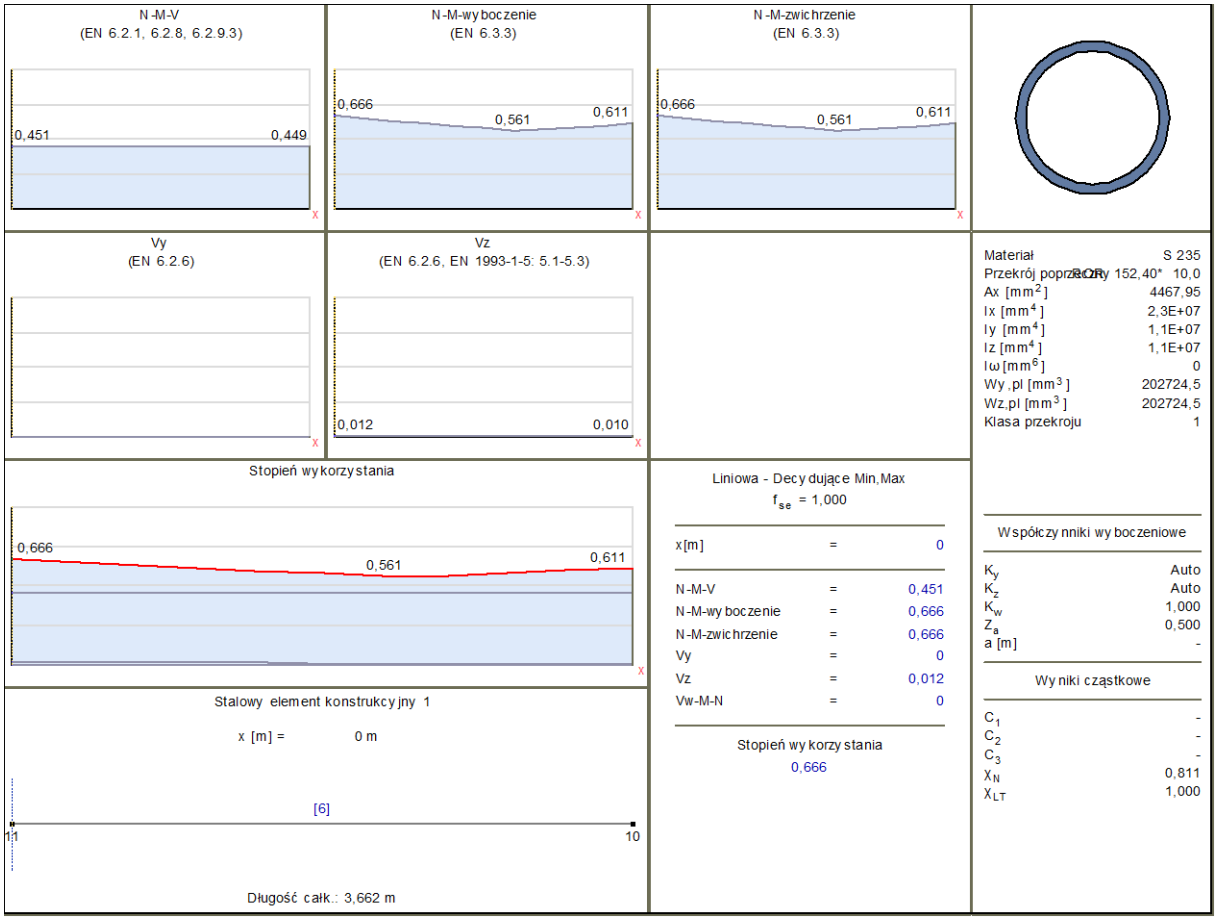
Przekrój poprzeczny: Prostokątny, h=b $\rightarrow \chi_{LT} = 1$

Biuro Analiz, Projektów i Wdrożeń „PROGRESSUS"
40-159 Katowice, ul. Jesionowa 9A
tel./ fax: 32 258-31-47 www.progressus.pl

$$M_{b,Rd} = \frac{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_y}{\gamma_{M_1}} = \frac{1 \cdot 94459{,}65 \cdot 235{,}00}{1} = 22198017{,}00 \text{ Nmm} = 22{,}198 kNm \quad (6.55)$$

$$\eta_{M_b} = \frac{\left|M_{y,Ed_1}\right|}{M_{b,Rd}} = \frac{|0|}{22198017{,}00} = 0\,\% \quad (6.54) \qquad \textbf{spełniony}$$

2. Zastrzał



Biuro Analiz, Projektów i Wdrożeń „PROGRESSUS”
40-159 Katowice, ul. Jesionowa 9A
tel./ fax: 32 258-31-47 www.progressus.pl

WYMIAROWANIE ELEMENTU STALOWEGO

Wymiarowany element: **1**

Węzły: **10-11**

Norma: **Eurokod-PL**

Materiał: **S 235**

Przekrój poprzeczny: **ROR 152,40* 10,0**

Przypadek obciążenia: **liniowa,(Auto) Decydująca**

Wskaźnik dla sił sejsmicznych: **1,0**

Klasa przekroju: **1** (Wymiarowanie w zakresie plastycznym)

1. Siła normalna-Zginanie-Ścinanie

EN 1993-1-1: 6.2.1, 6.2.8, 6.2.9.3

Decydująca kombinacja: **[1,35*cw] {1*1*reakcja z dzwigara_2}**

Położenie przekroju decydującego: $x = 0{,}00 \cdot L = 0{,}00 \cdot 366{,}21 = 0$ cm

$N_{Ed_1} = -473{,}26$ kN $V_{z,Ed_1} = -4{,}53$ kN $M_{y,Ed_1} = 993{,}95$ kNcm $= 9{,}940 kNm$

$\eta_{NMV_{pl}} = \max\left(\eta_N ; \eta_{M_{y,pl}} ; \eta_{M_{z,pl}} ; \eta_{V_z} ; \eta_{V_y}\right) = 45{,}1\,\%$ **spełniony**

2. Siła normalna-Zginanie-Wyboczenie giętne

EN 1993-1-1: 6.3.3, Annex B: Method 2

Decydująca kombinacja: **[1,35*cw] {1*1*reakcja z dzwigara_2}**

Położenie przekroju decydującego: $x = 0{,}00 \cdot L = 0{,}00 \cdot 366{,}21 = 0$ cm

$C_{my} = \max(0{,}2 + 0{,}8 \cdot \alpha_{my}, 0{,}4) = \max(0{,}2 + 0{,}8 \cdot 0{,}205, 0{,}4) = 0{,}4 \geq 0{,}4$ Tabela B.3

$C_{mz} = 1 \geq 0{,}4$ Tabela B.3

$f_{yy} = \min(\lambda_y * - 0{,}2 ; 0{,}8) = \min(0{,}77 - 0{,}2 ; 0{,}8) = 0{,}573$

$f_{zz} = \min(2 \cdot \lambda_z * - 0{,}6 ; 1{,}4) = \min(2 \cdot 0{,}77 - 0{,}6 ; 1{,}4) = 0{,}946$

$$k_{yy} = C_{my} \cdot \left(1 + f_{yy} \cdot \frac{|N_{Ed_1}|}{\frac{\chi_y \cdot N_{pl,Rd}}{\gamma_{M_1}}}\right) = 0{,}4 \cdot \left(1 + 0{,}573 \cdot \frac{|(-473{,}26)|}{\frac{0{,}8107 \cdot 1049{,}97}{1}}\right) = 0{,}527$$

$k_{zy} = 0{,}6 \cdot k_{yy} = 0{,}6 \cdot 0{,}527 = 0{,}316$ Tabela Annex B.1

$$\chi_y = \min\left(\frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \lambda_y *^2}} ; 1\right) = 0{,}8107 \quad (6.49)$$

$$\chi_z = \min\left(\frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \lambda_z *^2}} ; 1\right) = 0{,}8107 \quad (6.49)$$

$$\eta_{NMBuckl_1} = \frac{N_{Ed_1}}{\frac{\chi_y \cdot N_{pl,Rd}}{\gamma_{M_1}}} \pm k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed_1}}{\frac{M_{pl,Rd,y}}{\gamma_{M_1}}} = \frac{(-473{,}26)}{\frac{0{,}8107 \cdot 1049{,}97}{1}} \pm 0{,}527 \cdot \frac{993{,}95}{\frac{4764{,}03}{1}} = 66{,}6\,\% \quad (6.61)$$

Biuro Analiz, Projektów i Wdrożeń „PROGRESSUS"
40-159 Katowice, ul. Jesionowa 9A
tel./ fax: 32 258-31-47 www.progressus.pl

$$\eta_{NMBuckl_2} = \frac{N_{Ed_1}}{\frac{\chi_z \cdot N_{pl,Rd}}{\gamma_{M_1}}} \pm k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed_1}}{\frac{M_{pl,Rd,y}}{\gamma_{M_1}}} = \frac{(-473{,}26)}{\frac{0{,}8107 \cdot 1049{,}97}{1}} \pm 0{,}316 \cdot \frac{993{,}95}{\frac{4764{,}03}{1}} = 62{,}2\,\% \quad (6.62)$$

$\eta_{NMBuckl} = 66{,}6\,\%$ **spełniony**

3. Siła normalna-Zginanie-Zwichrzenie

EN 1993-1-1: 6.3.3, Annex B: Method 2

Decydująca kombinacja: **[1,35*cw] {1*1*reakcja z dzwigara_2}**

Położenie przekroju decydującego: $x = 0{,}00 \cdot L = 0{,}00 \cdot 366{,}21 = 0$ cm

$C_{my} = \max(0{,}2 + 0{,}8 \cdot \alpha_{my}, 0{,}4) = \max(0{,}2 + 0{,}8 \cdot 0{,}205, 0{,}4) = 0{,}4 \geq 0{,}4$ Tabela B.3

$C_{mz} = 1 \geq 0{,}4$ Tabela B.3

$C_{mLT} = \max(0{,}2 + 0{,}8 \cdot \alpha_{mLT}, 0{,}4) = \max(0{,}2 + 0{,}8 \cdot 0{,}205, 0{,}4) = 0{,}4 \geq 0{,}4$ Tabela B.3

$f_{yy} = \min(\lambda_y{}^* - 0{,}2\,;\,0{,}8) = \min(0{,}77 - 0{,}2\,;\,0{,}8) = 0{,}573$

$$k_{yy} = C_{my} \cdot \left(1 + f_{yy} \cdot \frac{|N_{Ed_1}|}{\frac{\chi_y \cdot N_{pl,Rd}}{\gamma_{M_1}}}\right) = 0{,}4 \cdot \left(1 + 0{,}573 \cdot \frac{|(-473{,}26)|}{\frac{0{,}8107 \cdot 1049{,}97}{1}}\right) = 0{,}527$$

$k_{zy} = 0{,}6 \cdot k_{yy} = 0{,}6 \cdot 0{,}527 = 0{,}316$ Tabela Annex B.1, B.2

$$\chi_y = \min\left(\frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \lambda_y{}^{*2}}}\,;\,1\right) = 0{,}8107 \quad (6.49)$$

$$\chi_z = \min\left(\frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \lambda_z{}^{*2}}}\,;\,1\right) = 0{,}8107 \quad (6.49)$$

$\chi_{LT} = 1$ (6.56)

$$\eta_{NMLTBuckl_1} = \frac{|N_{Ed_1}|}{\frac{\chi_y \cdot N_{pl,Rd}}{\gamma_{M_1}}} + k_{yy} \cdot \frac{|M_{y,Ed_1}|}{\frac{\chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}{\gamma_{M_1}}} = \frac{|(-473{,}26)|}{\frac{0{,}8107 \cdot 1049{,}97}{1}} + 0{,}527 \cdot \frac{|993{,}95|}{\frac{1 \cdot 4764{,}03}{1}} = 66{,}6\,\% \quad (6.61)$$

$$\eta_{NMLTBuckl_2} = \frac{|N_{Ed_1}|}{\frac{\chi_z \cdot N_{pl,Rd}}{\gamma_{M_1}}} + k_{zy} \cdot \frac{|M_{y,Ed_1}|}{\frac{\chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}{\gamma_{M_1}}} = \frac{|(-473{,}26)|}{\frac{0{,}8107 \cdot 1049{,}97}{1}} + 0{,}316 \cdot \frac{|993{,}95|}{\frac{1 \cdot 4764{,}03}{1}} = 62{,}2\,\% \quad (6.62)$$

$\eta_{NMLTBuckl} = 66{,}6\,\%$ **spełniony**

4. Nośność przekroju przy ścinaniu (y):

EN 1993-1-1: 6.2.6

Decydująca kombinacja: **[1,35*cw] {1*1*reakcja z dzwigara_2}**

Położenie przekroju decydującego: $x = 0{,}00 \cdot L = 0{,}00 \cdot 366{,}21 = 0$ cm

Biuro Analiz, Projektów i Wdrożeń „PROGRESSUS"
40-159 Katowice, ul. Jesionowa 9A
tel./ fax: 32 258-31-47 www.progressus.pl

$$V_{pl,Rd,y} = \frac{A_{V,y} \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = \frac{28{,}44 \cdot 23{,}50}{\sqrt{3} \cdot 1} = 385{,}92 \text{ kN} \quad (6.18)$$

$$\eta_{V_y} = \frac{\left|V_{y,Ed_1}\right|}{V_{pl,Rd,y}} = \frac{|0|}{385{,}92} = 0\,\% \quad (6.17) \qquad \textbf{spełniony}$$

5. Nośność środnika przy ścinaniu (niestateczność):

EN 1993-1-5: 5.1, 5.2, 5.3, 5.5, Annex A: A.3

Decydująca kombinacja: **[1,35*cw] {1*1*reakcja z dzwigara_2}**

Położenie przekroju decydującego: $x = 0{,}00 \cdot L = 0{,}00 \cdot 366{,}21 = 0$ cm

$$V_{pl,Rd,z} = \frac{A_{V,z} \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = \frac{28{,}44 \cdot 23{,}50}{\sqrt{3} \cdot 1} = 385{,}92 \text{ kN} \quad (6.18)$$

$$\eta_{V_z} = \frac{\left|V_{z,Ed_1}\right|}{V_{pl,Rd,z}} = \frac{|(-4{,}53)|}{385{,}92} = 1{,}2\,\% \quad (6.17) \qquad \textbf{spełniony}$$

Wyniki cząstkowe

7. Nośność przekroju przy sile normalnej:

EN 1993-1-1: 6.2.4

Decydująca kombinacja: **[1,35*cw] {1*1*reakcja z dzwigara_2}**

Położenie przekroju decydującego: $x = 0{,}00 \cdot L = 0{,}00 \cdot 366{,}21 = 0$ cm

$$N_{pl,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{44{,}68 \cdot 23{,}50}{1} = 1049{,}97 \text{ kN} \quad (6.10)$$

$$\eta_N = \frac{\left|N_{Ed_1}\right|}{N_{pl,Rd}} = \frac{|(-473{,}26)|}{1049{,}97} = 45{,}1\,\% \quad (6.9) \qquad \textbf{spełniony}$$

8. Nośność przekroju przy zginaniu (yy):

EN 1993-1-1: 6.2.5

Decydująca kombinacja: **[1,35*cw] {1*1*reakcja z dzwigara_2}**

Położenie przekroju decydującego: $x = 0{,}00 \cdot L = 0{,}00 \cdot 366{,}21 = 0$ cm

$$M_{pl,Rd,y} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{202{,}72 \cdot 23{,}50}{1} = 4764{,}03 \text{ kNcm} = 47{,}640 kNm \quad (6.13)$$

$$\eta_{M_{y,pl}} = \frac{\left|M_{y,Ed_1}\right|}{M_{pl,Rd,y}} = \frac{|993{,}95|}{4764{,}03} = 20{,}9\,\% \quad (6.12) \qquad \textbf{spełniony}$$

9. Nośność przekroju przy zginaniu (zz):

EN 1993-1-1: 6.2.5

Decydująca kombinacja: **[1,35*cw] {1*1*reakcja z dzwigara_2}**

Położenie przekroju decydującego: $x = 0{,}00 \cdot L = 0{,}00 \cdot 366{,}21 = 0$ cm

Biuro Analiz, Projektów i Wdrożeń „PROGRESSUS”
40-159 Katowice, ul. Jesionowa 9A
tel./ fax: 32 258-31-47 www.progressus.pl

$$M_{pl,Rd,z} = \frac{W_{pl,z} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{202{,}72 \cdot 23{,}50}{1} = 4764{,}03 \text{ kNcm} = 47{,}640 kNm \quad (6.13)$$

$$\eta_{M_{z,pl}} = \frac{\left|M_{z,Ed_1}\right|}{M_{pl,Rd,z}} = \frac{|0|}{4764{,}03} = 0\,\% \quad (6.12) \qquad \textbf{spełniony}$$

10. Nośność przekroju przy ścinaniu (z):

EN 1993-1-1: 6.2.6

Decydująca kombinacja: **[1,35*cw] {1*1*reakcja z dzwigara_2}**

Położenie przekroju decydującego: $x = 0{,}00 \cdot L = 0{,}00 \cdot 366{,}21 = 0$ cm

$$V_{pl,Rd,z} = \frac{A_{V,z} \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = \frac{28{,}44 \cdot 23{,}50}{\sqrt{3} \cdot 1} = 385{,}92 \text{ kN} \quad (6.18)$$

$$\eta_{V_z} = \frac{\left|V_{z,Ed_1}\right|}{V_{pl,Rd,z}} = \frac{|(-4{,}53)|}{385{,}92} = 1{,}2\,\% \quad (6.17) \qquad \textbf{spełniony}$$

11. Sprawdzenie interakcji zginania ze ścinaniem

EN 1993-1-1: 6.2.1, 6.2.8, 6.2.9.3

Decydująca kombinacja dla interakcji N-M-V (nośność): **[1,35*cw] {1*1*reakcja z dzwigara_2}**

Położenie przekroju decydującego: $x = 0{,}00 \cdot L = 0{,}00 \cdot 366{,}21 = 0$ cm

$V_{z,Ed_1} = -4{,}53 \text{ kN} \le V_{pl,Rd,z}/2 = 192{,}96 \text{ kN} \rightarrow$ Wpływ siły tnącej na nośność przy zginaniu jest nieistotny.

6.2.8 (2)

$V_{y,Ed_1} = 0 \text{ kN} \le V_{pl,Rd,y}/2 = 192{,}96 \text{ kN} \rightarrow$ Wpływ siły tnącej na nośność przy zginaniu jest nieistotny. 6.2.8 (2)

12. Sprawdzenie interakcji zginania z siłą normalną

EN 1993-1-1: 6.2.1, 6.2.8, 6.2.9.3

Decydująca kombinacja dla interakcji N-M-V (nośność): **[1,35*cw] {1*1*reakcja z dzwigara_2}**

Położenie przekroju decydującego: $x = 0{,}00 \cdot L = 0{,}00 \cdot 366{,}21 = 0$ cm

$$n = \frac{\left|N_{Ed_1}\right|}{N_{pl,Rd}} = \frac{473{,}26}{1049{,}97} = 45{,}1\,\% \ge 25\%$$

$$M_{Ny,Rd} = \min\left(1{,}04 \cdot \left(\frac{1 - \rho_{V_z} - (n/100)^{1,7}}{1 - \rho_{V_z}^{0,7}}\ ;\ 0{,}01\right)\right) \cdot M_{pl,Rd,y} = \min\left(1{,}04 \cdot \left(\frac{1 - 0 - (45{,}1/100)^{1,7}}{1 - 0^{0,7}}\ ;\ 0{,}01\right)\right) \cdot 4764{,}03 =$$

$= 3676{,}14$ kNcm $= 36{,}761 kNm$

$4764{,}03$ kNcm $= 47{,}640 kNm$

$$\eta_{MN,1} = \frac{M_{y,Ed_1}}{M_{Ny,Rd}} = \frac{993{,}95}{3676{,}14} = 27{,}0\,\%$$

Biuro Analiz, Projektów i Wdrożeń „PROGRESSUS”
40-159 Katowice, ul. Jesionowa 9A
tel./ fax: 32 258-31-47 www.progressus.pl

$$\eta_{MN,2} = \frac{M_{z,Ed_1}}{M_{Nz,Rd}} = \frac{0}{4764,03} = 0\,\%$$

$\alpha_{MN} = 2$

$\beta_{MN} = 2$

$$\eta_{MN,3} = \left(\frac{M_{y,Ed_1}}{M_{Ny,Rd}}\right)^{\alpha_{MN}} + \left(\frac{M_{z,Ed_1}}{M_{Nz,Rd}}\right)^{\beta_{MN}} = \left(\frac{993,95}{3676,14}\right)^2 + \left(\frac{0}{4764,03}\right)^2 = 7,3\,\% \quad (6.41)$$

$\eta_{MN} = \max(\eta_{MN,1}\,;\,\eta_{MN,2}\,;\,\eta_{MN,3}\,;\,\eta_N) = \max(27,0\,;\,0\,;\,7,3\,;\,45,1) = 45,1\,\%$ **spełniony**

13. Nośność na wyboczenie:

EN 1993-1-1: 6.3.1

Decydująca kombinacja dla interakcji N-M-Wyboczenie: **[1,35*cw] {1*1*reakcja z dzwigara_2}**

Położenie przekroju decydującego: $x = 0,00 \cdot L = 0,00 \cdot 366,21 = 0$ cm

$k_y = 1$ Wartość obliczona automatycznie.

$k_z = 1$ Wartość obliczona automatycznie.

$L_{cr_y} = k_y \cdot L = 1 \cdot 366,21 = 366,21$ cm

$L_{cr_z} = k_z \cdot L = 1 \cdot 366,21 = 366,21$ cm

Krzywa wyboczenia wokół osi y: a Tabela 6.2

$\rightarrow \alpha_y = 0,21$ Tabela 6.1

Krzywa wyboczenia wokół osi z: a Tabela 6.2

$\rightarrow \alpha_z = 0,21$ Tabela 6.1

$$\lambda_y{}^* = \frac{L_{cr_y}}{i_y} \cdot \frac{1}{\lambda_1} = \frac{366,21}{5,04} \cdot \frac{1}{93,9} = 0,77 \quad (6.50)$$

$$\lambda_z{}^* = \frac{L_{cr_z}}{i_z} \cdot \frac{1}{\lambda_1} = \frac{366,21}{5,04} \cdot \frac{1}{93,9} = 0,77 \quad (6.50)$$

$$\phi_y = \frac{1 + \alpha_y \cdot (\lambda_y{}^* - 0,2) + \lambda_y{}^{*2}}{2} = \frac{1 + 0,21 \cdot (0,77 - 0,2) + 0,77^2}{2} = 0,859$$

$$\phi_z = \frac{1 + \alpha_z \cdot (\lambda_z{}^* - 0,2) + \lambda_z{}^{*2}}{2} = \frac{1 + 0,21 \cdot (0,77 - 0,2) + 0,77^2}{2} = 0,859$$

$$\chi_y = \min\left(\frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \lambda_y{}^{*2}}}\,;\,1\right) = \min\left(\frac{1}{0,859 + \sqrt{0,859^2 - 0,77^2}}\,;\,1\right) = 0,8107 \quad (6.49)$$

$$\chi_z = \min\left(\frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \lambda_z{}^{*2}}}\,;\,1\right) = \min\left(\frac{1}{0,859 + \sqrt{0,859^2 - 0,77^2}}\,;\,1\right) = 0,8107 \quad (6.49)$$

$\chi_{TF} = 1$ (6.52, 6.49)

$\chi = \min(\chi_y\,;\,\chi_z\,;\,\chi_{TF}) = \min(0,8107\,;\,0,8107\,;\,1) = 0,8107 \leq 1,0$

Biuro Analiz, Projektów i Wdrożeń „PROGRESSUS"
40-159 Katowice, ul. Jesionowa 9A
tel./ fax: 32 258-31-47 www.progressus.pl

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi \cdot A \cdot f_y}{\gamma_{M_1}} = \frac{0{,}8107 \cdot 44{,}68 \cdot 23{,}50}{1} = 851{,}20 \text{ kN} \quad (6.47)$$

$$\eta_{N_b} = \frac{\left|N_{Ed_1}\right|}{N_{b,Rd}} = \frac{|(-473{,}26)|}{851{,}20} = 55{,}6\,\% \quad (6.46)$$ **spełniony**

14. Nośność na zwichrzenie:

EN 1993-1-1: 6.3.2

Decydująca kombinacja dla interakcji N-M-Zwichrzenie: **[1,35*cw] {1*1*reakcja z dzwigara_2}**

Położenie przekroju decydującego: $x = 0{,}00 \cdot L = 0{,}00 \cdot 366{,}21 = 0$ cm

Przekrój poprzeczny: Rura okr. $\rightarrow \chi_{LT} = 1$

$$M_{b,Rd} = \frac{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_y}{\gamma_{M_1}} = \frac{1 \cdot 202{,}72 \cdot 23{,}50}{1} = 4764{,}03 \text{ kNcm} = 47{,}640 kNm \quad (6.55)$$

$$\eta_{M_b} = \frac{\left|M_{y,Ed_1}\right|}{M_{b,Rd}} = \frac{|993{,}95|}{4764{,}03} = 20{,}9\,\% \quad (6.54)$$ **spełniony**

Biuro Analiz, Projektów i Wdrożeń „PROGRESSUS”
40-159 Katowice, ul. Jesionowa 9A
tel./ fax: 32 258-31-47 www.progressus.pl

VI. ZESTAWIENIA STALI KONSTRUKCYJNEJ PROJEKTOWANYCH DŹWIGARÓW DACHOWYCH

POZ.	NR ELEMENTU	NAZWA ELEMENTU	DŁUGOŚĆ [mm]	GATUNEK STALI	LICZBA SZTUK	x POZ.	RAZEM	DŁ. RAZEM [m]	MASA JEDN [kg/m]	MASA RAZEM [kg]
D1	1	□ 300x200x16	8578	S235	2	2	4	34.32	115	3945.88
	2	□ 200x200x16	9993	S235	2	2	4	39.98	90.3	3609.48
	3	□ 250x150x16	9993	S235	2	2	4	39.98	90.3	3609.48
	4	□ 300x200x16	3159	S235	2	2	4	12.64	115	1453.14
	5	□ 150x150x10	2436	S235	2	2	4	9.74	43.1	419.96
	6	□ 100x100x10	2750	S235	2	2	4	11.00	27.4	301.40
	7	□ 150x150x10	2482	S235	6	2	12	29.78	43.1	1283.70
	8	□ 100x100x10	3667	S235	4	2	8	29.34	27.4	803.80
	9	□ 100x100x10	1133	S235	2	2	4	4.54	27.4	124.18
	10	BL 20x300	400	S235	1	2	2	0.80	47.1	37.68
	11	BL 20x250	350	S235	1	2	2	0.70	39.25	27.48
	12	BL 20x200	200	S235	3	2	6	1.20	31.4	37.68
	13	BL 6x184	184	S235	1	2	2	0.36	8.67	3.18
	14	□ 200x200x16	124	S235	2	2	4	0.50	90.3	44.78
	15	BL 20x250	300	S235	1	2	2	0.60	39.25	23.56
	16	BL 6x134	234	S235	2	2	4	0.94	6.31	5.90
	17	□ 250x150x16	124	S235	1	2	2	0.24	90.3	22.40
	18	BL 20x300	300	S235	1	2	2	0.60	47.1	28.26
	19	□ 150x150x10	3487	S235	8	2	16	55.80	43.1	2404.64
	20	□ 100x100x10	4417	S235	4	2	8	35.34	27.4	968.20
	21	□ 100x100x10	3769	S235	2	2	4	15.08	27.4	413.08
	22	□ 100x100x10	3686	S235	2	2	4	14.74	27.4	403.98
	23	□ 100x100x10	1418	S235	2	2	4	5.68	27.4	155.42
	24	BL 20x250	350	S235	2	2	4	1.40	39.25	54.94
	25	□ 150x150x10	2250	S235	10	2	20	45.00	43.1	1939.50
	26	□ 100x100x10	3634	S235	4	2	8	29.08	27.4	796.58
	27	□ 100x100x10	1146	S235	4	2	8	9.16	27.4	251.20
	28	□ 100x100x10	2550	S235	4	2	8	20.40	27.4	558.96
	29	□ 100x100x10	2625	S235	2	2	4	10.50	27.4	287.70
	48	□ 150x150x10	2775	S235	1	2	2	5.54	43.1	239.20
	49	□ 150x150x10	1412	S235	1	2	2	2.82	43.1	121.72
	50	□ 150x150x10	3525	S235	1	2	2	7.04	43.1	303.86
	51	[160	302	S235	1	2	2	0.60	18.8	11.36
	52	[160	452	S235	1	2	2	0.90	18.8	17.00
	53	[160	602	S235	1	2	2	1.20	18.8	22.64
	54	[160	749	S235	1	2	2	1.50	18.8	28.16
D2	8	BL 20x250	350	S235	4	1	4	1.40	39.25	54.95
	9	BL 20x300	400	S235	4	1	4	1.60	47.1	75.36
	10	BL 20x200	200	S235	12	1	12	2.40	31.4	75.36
	30	□ 300x200x16	4994	S235	4	1	4	19.98	115	2297.24
	31	□ 200x200x16	4991	S235	2	1	2	9.98	90.3	901.37
	32	□ 250x150x16	4991	S235	4	1	4	19.96	90.3	1802.75
	33	□ 150x150x10	2482	S235	4	1	4	9.93	43.1	427.90
	34	□ 150x150x10	2478	S235	2	1	2	4.96	43.1	213.60
	35	□ 100x100x10	3667	S235	4	1	4	14.67	27.4	401.90
	36	□ 100x100x10	2497	S235	4	1	4	9.99	27.4	273.67
	37	BL 20x250	350	S235	4	1	4	1.40	39.25	54.95
	38	BL 20x300	400	S235	4	1	4	1.60	47.1	75.36
	39	BL 20x200	200	S235	12	1	12	2.40	31.4	75.36
	40	□ 150x150x10	3484	S235	2	1	2	6.97	43.1	300.32
	41	□ 150x150x10	3487	S235	4	1	4	13.95	43.1	601.16
	42	□ 100x100x10	4417	S235	4	1	4	17.67	27.4	484.10
	43	□ 100x100x10	2959	S235	4	1	4	11.84	27.4	324.31
	44	BL 20x250	350	S235	2	1	2	0.70	39.25	27.47
	45	□ 150x150x10	2250	S235	6	1	6	13.50	43.1	581.85
	46	□ 100x100x10	3634	S235	4	1	4	14.54	27.4	398.29
	47	□ 100x100x10	2448	S235	4	1	4	9.79	27.4	268.30
	55	[160	152	S235	2	1	2	0.30	18.8	5.72
OGÓŁEM										34481.37
NADDATEK NA SPOINY: 1.8%										620.66
NADDATEK NA NIERÓWNOŚCI: 2%										689.63
NADDATEK NA ELEM. DODATK.: 1.5%										517.22
RAZEM:										36308.88

Biuro Analiz, Projektów i Wdrożeń „PROGRESSUS”
40-159 Katowice, ul. Jesionowa 9A
tel./ fax: 32 258-31-47 www.progressus.pl

POZ.	NR ELEMENTU	NAZWA ELEMENTU	DŁUGOŚĆ [mm]	GATUNEK STALI	LICZBA			DŁ. RAZEM [m]	MASA JEDN [kg/m]	MASA RAZEM [kg]
					SZTUK	x POZ.	RAZEM			
C	5	BL 15x200	200	S235	1	9	9	1.80	23.55	42.39
	6	BL 15x100	310	S235	1	9	9	2.79	11.78	32.85
D	8	BL 6x150	150	S235	1	9	9	1.35	7.07	9.54
	9	BL 20x150	215	S235	1	9	9	1.98	23.55	45.54
	10	BL 20x150	160	S235	1	9	9	1.44	23.55	33.93
L1	1	BL 20x250	300	S235	1	2	2	0.60	39.25	23.56
	2	BL 30x40	280	S235	1	2	2	0.56	9.42	5.28
L2	2	BL 30x40	280	S235	1	2	2	0.56	9.42	5.28
	3	BL 20x300	300	S235	1	2	2	0.60	47.1	28.26
Z	12	O 152.4/10	3330	S235	1	4	4	13.32	35.12	467.76
	13	BL 20x172	384	S235	1	4	4	1.52	27	41.48
	14	BL 20x152	580	S235	1	4	4	2.32	23.86	55.36
	15	BL 20x172	384	S235	1	4	4	1.52	27	41.48
	16	BL 20x400	400	S235	1	4	4	1.60	62.8	100.48
	17	BL 20x400	520	S235	1	4	4	2.08	62.8	130.64
	18	BL 20x190	400	S235	2	4	8	3.20	29.83	95.44
OGÓŁEM										1159.27
NADDATEK NA SPOINY: 1.8%										20.87
NADDATEK NA NIERÓWNOŚCI: 2%										23.19
NADDATEK NA ELEM. DODATK.: 1.5%										17.39
RAZEM:										1220.72

Biuro Analiz, Projektów i Wdrożeń „PROGRESSUS”
40-159 Katowice, ul. Jesionowa 9A
tel./ fax: 32 258-31-47 www.progressus.pl

VII. CZĘŚĆ RYSUNKOWA PROJEKTU

Biuro Analiz, Projektów i Wdrożeń „PROGRESSUS”
40-159 Katowice, ul. Jesionowa 9A
tel./ fax: 32 258-31-47 www.progressus.pl