
 zyrcon	ZYRCON Sp. z o.o. 61-614 Poznań, ul. Uniwersytetu Poznańskiego 2 NIP: 972 125 93 94, REGON: 363147101, tel.+48 609 827 473; E-Mail: biuro@zyrcon.pl
 MP ENERGY <i>Łączymy z energią</i>	MP ENERGY Marcin Piekarski Izabelów 76B, 98-220 Zduńska Wola NIP: 8291668390 Tel. (+48) 791-333-514; E-Mail: biuro@mpenergy.pl

nazwa elementu projektu budowlanego	PROJEKT WYKONAWCZY
nazwa zmierzenia budowlanego	BUDOWA INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ POSADOWIONEJ NA BUDYNKU DYDAKTYCZNYM CENTRUM EDUKACYJNEGO USŁUG ELEKTRONICZNYCH UNIWERSYTETU EKONOMICZNEGO W POZNANIU
adres obiektu budowlanego	UL. TOWAROWA 55, POZNAŃ
kategoria obiektu	VIII
nr działek	DZ. NR 6/3, 6/11, 7/1, 7/2, ARK. 44, OBRĘB POZNAŃ
nazwa inwestora, adres inwestora	UNIWERSYTET EKONOMICZNY W POZNANIU Al. NIEPODLEGŁOŚCI 10, 61-875 Poznań

PROJEKT OZE/PV Koordynacja	Imię i Nazwisko	Podpis
OZE/KOOR	DR INŻ. KAMIL SZKARŁAT	

PROJEKTANCI BRANŻOWI:

Branża/ Funkcja Projektowa	Imię i Nazwisko nr uprawnień	Podpis
INSTALACJE ELEKTRYCZNE PROJEKTANT	mgr inż. MARCIN PIEKARSKI upr. proj. WKP/0372/PWOE/21	
INSTALACJA ODGROMOWA PROJEKTANT	mgr inż. RAFAŁ PIETRUSIŃSKI upr. proj. MAP/IE/0744/PWBE/21	
KONSTRUKCJA PROJEKTANT	mgr inż. KRZYSZTOF MARCINIAK upr. proj. NR 7131/89/P/2002	

I. SPIS TREŚCI

I. SPIS TREŚCI	3
II. UPRAWNIENIA PROJEKTANTÓW	5
III. OŚWIADCZENIA PROJEKTANTÓW	13
IV. CZĘŚĆ OPISOWA DO PROJEKTU TECHNICZNEGO – PZT I ARCHITEKTURA.....	17
IV-1. PROJEKT ZAGOSPODAROWANIA TERENU (PZT).....	17
1. PRZEDMIOT ZAMIERZENIA BUDOWLANEGO	17
2. ISTNIEJĄCY STAN ZAGOSPODAROWANIA DZIAŁKI	17
3. PROJEKTOWANE ZAGOSPODAROWANIE TERENU	17
4. ZESTAWIENIA	18
5. INFORMACJE I DANE	18
6. DANE DOTYCZĄCE WARUNKÓW OCHRONY PRZECIWPOŻAROWEJ	19
7. INFORMACJA O OBSZARZE ODDZIAŁYWANIA OBIEKTU	19
IV-2. ARCHITEKTURA (ARCH).....	22
1. RODZAJ I KATEGORIA OBIEKTU BUDOWLANEGO.....	22
2. ZAMIERZONY SPOSÓB UŻYTKOWANIA ORAZ PROGRAM UŻYTKOWY OBIEKTU BUDOWLANEGO;.....	22
3. UKŁAD PRZESTRZENNY ORAZ FORMA ARCHITEKTONICZNA OBIEKTU BUDOWLANEGO	23
4. PARAMETRY PROJEKTOWANYCH OBIEKTÓW BUDOWLANEYCH –.....	23
5. OPINIA GEOTECHNICZNĄ ORAZ INFORMACJA O SPOSOBIE POSADOWIENIA OBIEKTU BUDOWLANEGO.....	23
6. OPIS ZAPEWNIENIA NIEZBĘDNYCH WARUNKÓW DO KORZYSTANIA Z OBIEKTÓW PRZEZ OSOBY NIEPEŁNOSPRAWNE, W TYM OSOBY STARSZE;	23
7. PARAMETRY TECHNICZNE OBIEKTU BUDOWLANEGO CHARAKTERYZUJĄCE WPŁYW OBIEKTU BUDOWLANEGO NA ŚRODOWISKO I JEGO WYKORZYSTYWANIE ORAZ NA ZDROWIE LUDZI I OBIEKTY SĄSIEDNIE.....	23
8. TECHNICZNE, ŚRODOWISKOWE I EKONOMICZNE MOŻLIWOŚCI REALIZACJI WYSOCE WYDAJNYCH SYSTEMÓW ALTERNATYWNYCH ZAOPATRZENIA W ENERGIĘ I CIEPŁO.....	24
9. INFORMACJE O ZASADNICZYCH ELEMENTACH WYPOSAŻENIA BUDOWLANO- INSTALACYJNEGO, ZAPEWNIAJĄCYCH UŻYTKOWANIE OBIEKTU BUDOWLANEGO ZGODNIE Z PRZEZNACZENIEM;.....	25
10. OPIS TECHNICZNYCH MOŻLIWOŚCI WYKONANIA INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ..	25

11. DANE DOTYCZĄCE WARUNKÓW OCHRONY PRZECIWPOŻAROWEJ.....	29
V. CZĘŚĆ OPISOWA DO PROJEKTU TECHNICZNEGO – KONSTRUKCJA / OBLICZENIA.....	49
1. OPIS OGÓLNY.....	49
2. ANALIZA KONSTRUKCJI STROPODACHÓW POD KĄTEM MOŻLIWOŚCI INSTALACJI MODUŁÓW FOTOWOLTAICZNYCH (PV).....	49
2.1. STROPODACHY ŻELBETOWE.....	49
2.2. STROPODACHY STALOWE.....	50
2.3. DACH STALOWY NAD WENTYLATOROWNIĄ 3.1-5.1/G-H.....	86
3. OPIS PROJEKTOWANEJ PODKONSTRUKCJI	105
4. OBLICZENIA DLA PODSTAWOWYCH ELEMENTÓW PODKONSTRUKCJI POD MODUŁY FOTOWOLTAICZNE	108
4.1. OBCIĄŻENIA.....	108
4.2. PROFILE POD MODUŁY FOTOWOLTAICZNE (PV)	112
5. WYTYCZNE KONSTRUKCYJNE DLA PRZEWIERTÓW	145
VI. CZĘŚĆ OPISOWA DO PROJEKTU WYKONAWCZEGO – INSTALACJE ELEKTRYCZNE/CZĘŚĆ DACHOWA.....	147
1. ZAŁOŻENIA DO PROJEKTOWANIA	147
2. OPIS TECHNICZNY	147
2.1. PRZEDMIOT I ZAKRES OPRACOWANIA	147
2.2. ZASILANIE OBIEKTU	147
2.3. INSTALACJA ELEKTRYCZNA ŹRÓDŁA WYTWÓRCZEGO	148
Dobór przewodów DC oraz trasy kablowe DC.....	155
Zabezpieczenia elektryczne instalacji.....	157
1. Zabezpieczenia strony DC	157
2. Zabezpieczenia strony AC	157
2.4. INSTALACJA ODGROMOWA, UZIEMIENIA I POŁĄCZEŃ WYRÓWNAWCZYCH	160
2.5. OCHRONA PRZECIWPRZEPięCIOWA	165
2.6. OCHRONA PRZED PORAŻENIEM PRĄDEM ELEKTRYCZNYM	165
2.7. OCHRONA PRZECIWPOŻAROWA	166
VII. ZAŁĄCZNIKI – SPIS RYSUNKÓW	166

II. UPRAWNIENIA PROJEKTANTÓW



WIELKOPOLSKA
OKRĘGOWA
IZBA
INŻYNIERÓW
BUDOWNICTWA

OKRĘGOWA KOMISJA KWALIFIKACYJNA
sygn. akt WOIB-OKK-EP-EW-0054-0055-14/2021

Poznań, dnia 29 czerwca 2021 r.

DECYZJA

Na podstawie art. 24 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 15 grudnia 2000 r. o samorządach zawodowych architektów oraz inżynierów budownictwa (tekst jednolity: Dz. U. z 2019 r. poz. 1117) i art. 12 ust. 1 pkt 1 i 2, art. 12 ust. 2, 3, 4, 4c pkt 3, art. 13, art. 14 ust. 1 pkt 4c oraz art. 15a ust. 22 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (tekst jednolity: Dz. U. z 2020 r. poz. 1333 z późn. zm.) po ustaleniu, że zostały spełnione warunki w zakresie przygotowania zawodowego oraz po złożeniu egzaminu na uprawnienia budowlane z wynikiem pozytywnym

Pan
Marcin Krzysztof Piekarski
magister inżynier
kierunek: Elektrotechnika
urodzony dnia 05 sierpnia 1990 r. Sieradz
otrzymuje

UPRAWNIENIA BUDOWLANE nr ewidencyjny WKP/0372/PWOE/21

do projektowania i kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń
w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń
elektrycznych i elektroenergetycznych

UZASADNIENIE

W związku z uwzględnieniem w całości żądania strony, na podstawie art. 107 § 4 ustawy z dnia 14 czerwca 1960 r. – Kodeks postępowania administracyjnego (tekst jednolity: Dz.U. z 2021 r. poz. 735 z późn. zm.) zwanej dalej „K.p.a.” odstępuje się od uzasadnienia decyzji. Zakres nadanych uprawnień budowlanych wskazano na odwołanie decyzji.

Pouczenie

1. Podstawą do wykonywania samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie stanowi wpis do centralnego rejestru Głównego Inspektora Nadzoru Budowlanego oraz wpis na listę członków właściwej izby samorządu zawodowego.
2. Od niniejszej decyzji służy odwołanie do Krajowej Komisji Kwalifikacyjnej Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa w Warszawie, za pośrednictwem Wielkopolskiej Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej Wielkopolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa w Poznaniu w terminie 14 dni od daty jej doręczenia.

Zgodnie z treścią art. 127a K.p.a.:

§ 1. W trakcie biegu terminu do wniesienia odwołania strona może zrzec się prawa do wniesienia odwołania wobec organu administracji publicznej, który wydał decyzję.

§ 2. Z dniem doręczenia organowi administracji publicznej oświadczenia o zrzeczeniu się prawa do wniesienia odwołania przez ostatnią ze stron postępowania, decyzja staje się ostateczna i prawomocna.

W przypadku złożenia przez stronę oświadczenia o zrzeczeniu się prawa do odwołania od decyzji (określonego w § 2) stronie nie przysługuje prawo do odwołania się ani skargi do sądu administracyjnego.



Przewodniczący
Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej WOIB

prof. dr hab. inż. Wiesław Buczkowski

Na podstawie art.12 ust.1 pkt 1-5 oraz art. 13 ust. 3 i 4 ustawy Prawo budowlane Pan Marcin Krzysztof Piekarski jest upoważniony w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych do:

- projektowania, sprawdzania projektów budowlanych w specjalności objętej niniejszymi uprawnieniami i sprawowania nadzoru autorskiego,
- kierowania budową lub innymi robotami budowlanymi,
- kierowania wytwarzaniem konstrukcyjnych elementów budowlanych oraz nadzoru i kontroli technicznej wytwarzania tych elementów,
- wykonywania nadzoru inwestorskiego,
- sprawowania kontroli technicznej utrzymania obiektów budowlanych

bez ograniczeń.

Zgodnie z art. 15a ust. 22 ustawy Prawo budowlane, niniejsze uprawnienia budowlane uprawniają do projektowania obiektu budowlanego i kierowania robotami budowlanymi związanymi z obiektem budowlanym, takim jak: sieci, instalacje i urządzenia elektryczne i elektroenergetyczne, w tym kolejowe, trolejbusowe i tramwajowe sieci trakcyjne, sieci trakcyjne metra, wraz z instalacjami i urządzeniami technicznymi zasilania w tym kolejowej, trolejbusowej i tramwajowej sieci trakcyjnej, sieci trakcyjne metra oraz elektrycznego ogrzewania rozjazdów.

Na podstawie art. 15a ust. 1 ustawy Prawo budowlane, uprawnienia budowlane do projektowania w odpowiedniej specjalności uprawniają do sporządzania projektu zagospodarowania działki lub terenu w zakresie danej specjalności.

Skład orzekający
Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej

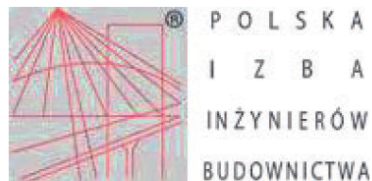
Przewodniczący – prof. dr hab. inż. Wiesław Buczkowski.....*Wb*

Członek Komisji – dr hab. inż. Andrzej Barczyński.....*AB*

Członek Komisji – dr inż. Daniel Pawlicki.....*DP*

Otrzymują:

1. Wnioskodawca
2. Okręgowa Rada Izby
3. Główny Inspektor Nadzoru Budowlanego
4. a/a



Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

WKP-EZ3-ZHR-KM2 *

Pan Marcin Krzysztof Piekarski o numerze ewidencyjnym WKP/IE/0358/21
adres zamieszkania ul. Kościuszkowców 37/29, 62-020 Swarzędz
jest członkiem Wielkopolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane
ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.
Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2023-09-01 do 2024-08-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym
weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2023-08-16 roku przez:

Andrzej Kulesa, Przewodniczący Rady Wielkopolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

(Zgodnie z art. 78¹ K.c.

§ 1. Do zachowania elektronicznej formy czynności prawnej wystarczy złożenie oświadczenia woli w postaci elektronicznej i opatrzenie go
kwalifikowanym podpisem elektronicznym.

§ 2. Oświadczenie woli złożone w formie elektronicznej jest równoważne z oświadczeniem woli złożonym w formie pisemnej.)

* 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.



MAŁOPOLSKA
OKRĘGOWA
IZBA
INŻYNIERÓW
BUDOWNICTWA

Kraków, 28 grudnia 2021 r.

Okręgowa Komisja Kwalifikacyjna
Sygn. akt MAP OIIB/KK/0054-0378/21

DECYZJA

Na podstawie art. 24 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 15 grudnia 2000 r. o samorządach zawodowych architektów oraz inżynierów budownictwa (*tekst jednolity: Dz. U. z 2019 r., poz. 1117*), art. 12 ust. 2 i ust. 3, ust. 4c pkt 3, art. 14 ust. 1 pkt 4 lit. c, art. 15a ust. 1 i ust. 22 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (*tekst jednolity: Dz.U. z 2020 r., poz. 1333 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 Paweł Pietrusiński

magister inżynier

kierunek: Elektrotechnika

ur. dnia 02.12.1991 r. w Olkusz

otrzymuje

UPRAWNIENIA BUDOWLANE

numer ewidencyjny MAP/0744/PWBE/21

**do projektowania i kierowania robotami budowlanymi
w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji
i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych
bez ograniczeń.**

Uprawnienia budowlane nadane niniejszą decyzją:

I. Na mocy art. 12 ust. 1 pkt 1 - 5, art. 13 ust. 3 i 4 ustawy - Prawo budowlane (*tekst jednolity: Dz. U. z 2020 r., poz. 1333 z późn. zm.*), w zakresie objętym wyżej wymienioną specjalnością, niniejsze uprawnienia stanowią podstawę do:

- 1) projektowania, sprawdzania projektów architektoniczno-budowlanych i technicznych oraz sprawowania nadzoru autorskiego,
- 2) kierowania budową lub innymi robotami budowlanymi,
- 3) kierowania wytwarzaniem konstrukcyjnych elementów budowlanych oraz nadzoru i kontroli technicznej wytwarzania tych elementów,
- 4) wykonywania nadzoru inwestorskiego,
- 5) sprawowania kontroli technicznej utrzymania obiektów budowlanych.

II. Na mocy art. 15a ust. 22 ustawy - Prawo budowlane (*tekst jednolity: Dz. U. z 2020 r., poz. 1333z późn. zm.*) uprawniam do:

projektowania obiektu budowlanego i kierowania robotami budowlanymi związanymi z obiektem budowlanym, takim jak: sieci, instalacje i urządzenia elektryczne i elektroenergetyczne, w tym kolejowe, trolejbusowe i tramwajowe sieci trakcyjne, sieci trakcyjne metra, wraz z instalacjami i urządzeniami technicznymi zasilania, w tym kolejowej, trolejbusowej i tramwajowej sieci trakcyjnej, sieci trakcyjne metra oraz elektrycznego ogrzewania rozjazdów.

Zgodnie z art. 15a ust. 1 w/w ustawy uprawnienia budowlane do projektowania w odpowiedniej specjalności uprawniam do sporządzania projektu zagospodarowania działki lub terenu, w zakresie tej specjalności.

UZASADNIENIE

W związku z uwzględnieniem w całości żądania strony, na podstawie art. 107 § 4 ustawy z dnia 14 czerwca 1960 r. – Kodeks postępowania administracyjnego (t.j. Dz. U. z 2021 r. poz. 735, z późn. zm.), zwanej dalej „K.p.a.”, odstępuje się od uzasadnienia decyzji.

Pouczenie

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

Zgodnie z treścią art. 127a K.p.a.:

§ 1. W trakcie biegu terminu do wniesienia odwołania strona może zrzec się prawa do wniesienia odwołania wobec organu administracji publicznej, który wydał decyzję.

§ 2. Z dniem doręczenia organowi administracji publicznej oświadczenia o zrzeczeniu się prawa do wniesienia odwołania przez ostatnią ze stron postępowania, decyzja staje się ostateczna i prawomocna.

W przypadku złożenia przez stronę oświadczenia o zrzeczeniu się prawa do odwołania od decyzji (określonego w § 2) stronie nie przysługuje prawo do odwołania się ani skargi do sądu administracyjnego.

Skład Orzekający
Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej:

1. Przewodniczący Składu Orzekającego
inż. Stanisław Chrobak
2. Członek Składu Orzekającego
mgr inż. Małgorzata Boryczko
3. Członek Składu Orzekającego
mgr inż. Krzysztof Gajewski



Otrzymują:

1. Pan Rafał Pietrusiński
2. Główny Inspektor Nadzoru Budowlanego
3. a/a



Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

MAP-2UZ-UZ6-9LN *

Pan Rafał Paweł Pietrusiński o numerze ewidencyjnym MAP/IE/0142/22
adres zamieszkania ul. Warszawska 14/11, 31-155 Kraków
jest członkiem Małopolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane
ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.
Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2023-04-01 do 2024-03-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym
weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2023-04-24 roku przez:

Mirosław Boryczko, Przewodniczący Rady Małopolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

Zgodnie z art. 78¹ K.c.

§ 1. Do zachowania elektronicznej formy czynności prawnej wystarcza złożenie oświadczenia woli w postaci elektronicznej i opatrzenie go
kwalifikowanym podpisem elektronicznym.

§ 2. Oświadczenie woli złożone w formie elektronicznej jest równoważne z oświadczeniem woli złożonym w formie pisemnej.

* 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.



WOJEWODA WIELKOPOLSKI

Poznań, dnia 28 maja 2002 roku

Nr uprawn. 7131/89/P/2002

D E C Y Z J A
o nadaniu uprawnień budowlanych

Na podstawie art. 12 ust. 1 pkt. 1, 5 i 6, art. 13 ust. 1 pkt. 1, art. 14 ust. 1 pkt. 2 i ust. 3 pkt. 1 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (Dz. U. z 2000 r. Nr 106, poz. 1126 z późn. zmianami) w związku z § 3 i § 9 ust. 1 rozporządzenia Ministra Gospodarki Przestrzennej i Budownictwa z dnia 30 grudnia 1994 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (Dz. U. Nr 8, poz. 38) stwierdza się, że

Pan Krzysztof MARCINIAK

magister inżynier
kierunek: Budownictwo

syn Stanisława i Wandy
urodzony 18 lipca 1973 r. w Poznaniu

zdał egzamin przed Komisją Egzaminacyjną, w związku z czym nadaje Panu uprawnienia budowlane do projektowania **bez ograniczeń** w specjalności konstrukcyjno-budowlanej.

Pan Krzysztof Marciniak

jest uprawniony do:

- projektowania i sprawdzania projektów budowlanych w specjalności objętej tymi uprawnieniami,
- sprawowania nadzoru autorskiego,
- sprawowania kontroli technicznej utrzymania obiektów budowlanych,
- wykonywania nadzoru budowlanego.



Z up. WOJEWODY

mgr inż. arch. Andrzej J. Nowak
Dyrektor
Wydziału Rozwoju Regionalnego
Główny Architekt Wojewódzki



Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

WKP-FUH-S71-ZBJ *

Pan Krzysztof Marciniak o numerze ewidencyjnym WKP/BO/0146/03
adres zamieszkania ul. Glebowa 53, 61-312 Poznań
jest członkiem Wielkopolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane
ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.
Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2024-03-01 do 2024-12-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym
weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2024-02-24 roku przez:

Andrzej Kulesa, Przewodniczący Rady Wielkopolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

(Zgodnie z art. 78¹ K.c.

§ 1. Do zachowania elektronicznej formy czynności prawnej wystarczy złożenie oświadczenia woli w postaci elektronicznej i opatrzenie go
kwalifikowanym podpisem elektronicznym.

§ 2. Oświadczenie woli złożone w formie elektronicznej jest równoważne z oświadczeniem woli złożonym w formie pisemnej.)

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



III. OŚWIADCZENIA PROJEKTANTÓW

Oświadczam, że niniejszy Projekt Wykonawczy p/n

BUDOWA INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ POSADOWIONEJ NA BUDYNKU DYDAKTYCZNYM
CENTRUM EDUKACYJNEGO USŁUG ELEKTRONICZNYCH UNIWERSYTETU EKONOMICZNEGO
W POZNANIU

UL. TOWAROWA 55, POZNAŃ

DZ. NR 6/3, 6/11, 7/1, 7/2, ARK. 44, OBRĘB POZNAŃ

został wykonany zgodnie z obowiązującymi wymaganiami Ustawy Prawo Budowlane art.34
ust.3d pkt3, ustaleniami określonymi w decyzjach administracyjnych dotyczących
zamierzenia budowlanego, obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej.
Jednocześnie, jestem świadomy odpowiedzialności karnej za złożenie fałszywego
oświadczenia.

mgr inż. Marcin Piekarski

Podpis Projektanta

Oświadczam, że niniejszy Projekt Wykonawczy p/n

BUDOWA INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ POSADOWIONEJ NA BUDYNKU DYDAKTYCZNYM
CENTRUM EDUKACYJNEGO USŁUG ELEKTRONICZNYCH UNIWERSYTETU EKONOMICZNEGO
W POZNANIU

UL. TOWAROWA 55, POZNAŃ

DZ. NR 6/3, 6/11, 7/1, 7/2, ARK. 44, OBRĘB POZNAŃ

został wykonany zgodnie z obowiązującymi wymaganiami Ustawy Prawo Budowlane art.34
ust.3d pkt3, ustaleniami określonymi w decyzjach administracyjnych dotyczących
zamierzenia budowlanego, obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej
Jednocześnie, jestem świadomy odpowiedzialności karnej za złożenie fałszywego
oświadczenia.

mgr inż. Paweł Pietrusiński
Podpis Projektanta

Oświadczam, że niniejszy Projekt Wykonawczy p/n

BUDOWA INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ POSADOWIONEJ NA BUDYNKU DYDAKTYCZNYM
CENTRUM EDUKACYJNEGO USŁUG ELEKTRONICZNYCH UNIWERSYTETU EKONOMICZNEGO
W POZNANIU

UL. TOWAROWA 55, POZNAŃ
DZ. NR 6/3, 6/11, 7/1, 7/2, ARK. 44, OBRĘB POZNAŃ

został wykonany zgodnie z obowiązującymi wymaganiami Ustawy Prawo Budowlane art.34
ust.3d pkt3, ustaleniami określonymi w decyzjach administracyjnych dotyczących
zamierzenia budowlanego, obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej
Jednocześnie, jestem świadomy odpowiedzialności karnej za złożenie fałszywego
oświadczenia.

mgr inż. Krzysztof Marciniak
Podpis Projektanta

Oświadczam, że niniejszy Projekt Wykonawczy p/n

BUDOWA INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ POSADOWIONEJ NA BUDYNKU DYDAKTYCZNYM
CENTRUM EDUKACYJNEGO USŁUG ELEKTRONICZNYCH UNIWERSYTETU EKONOMICZNEGO
W POZNANIU

UL. TOWAROWA 55, POZNAŃ

DZ. NR 6/3, 6/11, 7/1, 7/2, ARK. 44, OBRĘB POZNAŃ

został wykonany zgodnie z obowiązującymi wymaganiami Ustawy Prawo Budowlane art.34
ust.3d pkt3, ustaleniami określonymi w decyzjach administracyjnych dotyczących
zamierzenia budowlanego, obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej
Jednocześnie, jestem świadomy odpowiedzialności karnej za złożenie fałszywego
oświadczenia.

dr inż. Kamil Szkarłat
Podpis Koordynatora

IV. CZĘŚĆ OPISOWA DO PROJEKTU TECHNICZNEGO – PZT I ARCHITEKTURA

IV-1. PROJEKT ZAGOSPODAROWANIA TERENU (PZT)

1. PRZEDMIOT ZAMIERZENIA BUDOWLANEGO

Przedmiotem zamierzenia budowlanego jest budowa instalacji fotowoltaicznej posadowionej na dachu budynku dydaktycznego Centrum Edukacyjnego Usług Elektronicznych (obecnie budynek D) Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu, zlokalizowanego przy ul. Towarowej 55 w Poznaniu, na dz. nr 6/3, 6/11, 7/1, 7/2, ark. 44, obr. Poznań.

2. ISTNIEJĄCY STAN ZAGOSPODAROWANIA DZIAŁKI

Na terenie dz. nr 6/3, 6/11, 7/1, 7/2, ark. 44, obr. Poznań znajduje się:

- budynek dydaktyczny Centrum Edukacyjnego Usług Elektronicznych (obecnie budynek D) Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu;
- obiekty infrastruktury naziemnej;
- obiekty infrastruktury podziemnej;

3. PROJEKTOWANE ZAGOSPODAROWANIE TERENU

Projektuje się urządzenia budowlane związane z obiektami budowlanymi takie jak instalacja fotowoltaiczna.

Projektuje się instalację fotowoltaiczną o mocy szczytowej 131,6 kWp obejmującą:

- montaż modułów fotowoltaicznych PV (280 szt) na dachu budynku; układ paneli z orientacją na południowy-zachód (S-S-W),
- autorski system podkonstrukcji dla modułów PV w systemie lekkim-zgrzewanym (ze względu na fizyczne uwarunkowania występujące na dachu, należy zastosować niestandardowe rozwiązania nie będące systemowymi rozwiązaniami),
- montaż na dachach rozdzielnic prądu stałego RDC wraz z ochronnikami przepięciowymi,
- montaż 2 falowników od północnej strony na zewnętrznej ścianie budynku maszynowni wentylacyjnej,
- wykonanie instalacji AC od falowników do rozdzielnicy głównej RG-PV,
- wykonanie głównej rozdzielni instalacji fotowoltaicznej RG-PV w budynku (poziom -1) oraz przyłączenia, telemetrii oraz układów pomiarowych zgodnych z wydanymi warunkami przyłączeniowymi od OSD Enea Operator,
- wykonanie wewnętrznej linii zasilającej od RG-PV do istniejącej szafy kablowej,
- rozbudowa i przebudowa instalacji odgromowej, uziemienia i połączeń

wyrównawczych dla projektowanej instalacji.

4. ZESTAWIENIA

Inwestycja wykonywana na dachu istniejącego budynku – zestawienia bez zmian.

Powierzchnia zabudowy: bez zmian

Powierzchnie utwardzone bez zmian

Powierzchnia biologicznie czynna bez zmian

Powierzchnia innych części terenu, niezbędnych do sprawdzenia zgodności z ustaleniami miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego bez zmian

5. INFORMACJE I DANE

5.1 O OGRANICZENIACH LUB ZAKAZACH W ZABUDOWIE LUB ZAGOSPODAROWANIU TERENU WYNIKAJĄCE Z AKTÓW PRAWA MIEJSCOWEGO LUB WZ

Wydano decyzję o umorzeniu postępowania (28.12.2022) w sprawie wydania warunków zabudowy dla inwestycji określanej jako instalacja fotowoltaiczna na budynku CEUE UEP przewidzianej do realizacji na dz. nr 6/3, 6/11, 7/1, 7/2, ark. 44, obr. Poznań położonych przy ul. Towarowej 55. W drodze powyższej decyzji ustalono, iż zamierzenie nie wymaga ustalenia warunków zabudowy. Nr sprawy UA-I.6730.971.2022

5.2 O OCHRONIE KONSERWATORSKIEJ

Obszar znajdujący się w obrębie wnioskowanych działek znajduje się na terenie zespołu urbanistyczno-architektonicznego – CENTRUM MIASTA wpisanego do rejestru zabytków pod nr A231 decyzją z dn. 14.03.1980.

Wydano pozwolenie nr 371/2023 z dn. 12.04.2023 na umieszczenie urządzeń technicznych na obszarze zespołu urbanistyczno – architektonicznego wpisanego do rejestru zabytków.

Nr sprawy: MKZ-IX.4125.3.72.2023.M

5.3 OKREŚLAJĄCE WPŁYW EKSPLOATACJI GÓRNICZEJ

Nie dotyczy

5.4 O OCHRONIE ŚRODOWISKA

Projektowaną inwestycję nie klasyfikuje się do przedsięwzięć mogących zawsze znacząco oddziaływać na środowisko lub potencjalnie oddziaływać na środowisko.

18/166

5.5 ZAGROŻENIA DLA ŚRODOWISKA ORAZ HIGIENY I ZDROWIA UŻYTKOWNIKÓW PROJEKTOWANYCH OBIEKTÓW BUDOWLANYCH I ICH OTOCZENIA

Projektuje się instalację fotowoltaiczną o mocy szczytowej 131,6 kWp. Instalacja nie wpływa na wielkości w zakresie zużycia wody, materiałów, paliw oraz energii oraz nie wykracza poza zwykłe korzystanie ze środowiska. Przedmiotowa inwestycja nie wpłynie na wielkość zatrudnienia oraz przyjmowanych pacjentów, a zatem zapotrzebowanie na media oraz surowce nie zwiększy się.

6. DANE DOTYCZĄCE WARUNKÓW OCHRONY PRZECIWPOŻAROWEJ

6.1. DOJAZDY DO BUDYNKÓW I DROGI POŻAROWE – bez zmian

Dla przedmiotowego budynku zgodnie z § 12.1 rozporządzenia, należącego do grupy wysokości - średniowysoki, zawierającego strefę pożarową ZL III, jest wymagana droga pożarowa o utwardzonej nawierzchni, umożliwiającej dojazd pojazdów jednostek ochrony przeciwpożarowej do obiektu o każdej porze roku. Drogę pożarową stanowi ul. Towarowa, biegnąca wzdłuż wschodniej elewacji budynku.

Wyjścia z obiektów budowlanych, o których mowa w ust. 1 pkt 1-6, powinny mieć połączenie z drogą pożarową, dojściem o szerokości minimalnej 1,5m i długości nie większej niż 50 m, w sposób zapewniający dotarcie bezpośrednio lub drogami ewakuacyjnymi do każdej strefy pożarowej w tych obiektach.

6.2. PRZECIWPOŻAROWE ZAOPATRZENIE W WODĘ – bez zmian

Wymagana ilość wody do celów przeciwpożarowych, służąca do zewnętrznego gaszenia pożaru wynosi 20 dm³/s z hydrantów nadziemnych o średnicy DN 80 mm. Najbliższy hydrant znajduje się w odległości ok. 48,0 m od strony południowej chronionego budynku, odległość ta jest mniejsza od wymaganych 75 m. Kolejny hydrant znajduje się w odległości ok. 49,0 m od strony północnej chronionego budynku, odległość ta jest mniejsza od wymaganych 150 m.

7. INFORMACJA O OBSZARZE ODDZIAŁYWANIA OBIEKTU

Wnioskowane roboty budowlane polegające na montażu instalacji fotowoltaicznej na dachu budynku dydaktycznego CEUE Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu nie powodują zmiany sposobu zagospodarowania terenu i użytkowania obiektu budowlanego oraz nie zmieniają jego formy architektonicznej stąd przyjęto, że obszar oddziaływania obiektu w całości mieści się na wnioskowanych działkach dz. nr 6/3, 6/11, 7/1, 7/2, ark. 44, obr. Poznań.

Projekt zrealizowano ze spełnieniem wymogów:

- Miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego,
- Warunków ochrony środowiska, zdrowia i życia ludzi, przyrody i krajobrazu, gruntów rolnych i leśnych w zakresie nie przekraczalnych progów emisji w obrębie granic zakładu,
- Gospodarki odpadami,
- Warunków obsługi w zakresie infrastruktury technicznej i komunikacji,
- Warunkami określonymi w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie oraz zgodnie z wytycznymi miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego.
- Warunkami oddziaływania obiektu kubaturowego w zakresie funkcji i wymagań związanych z użytkowaniem obiektu,
- Warunkami oddziaływania obiektu kubaturowego w zakresie bryły - przesłaniania i zacieniania,
- Warunkami oddziaływania w zakresie ukształtowania terenu i odprowadzenia wód opadowych,
- Warunków bezpieczeństwa pożarowego ze względu na usytuowanie obiektu względem budynków sąsiednich.

Dla przedmiotowego zamierzenia inwestycyjnego uzyskano stosowne pozwolenia administracyjne:

- Wydano decyzję o umorzeniu postępowania (28.12.2022) w sprawie wydania warunków zabudowy dla inwestycji określanej jako instalacja fotowoltaiczna na budynku CEUE UEP przewidzianej do realizacji na dz. nr 6/3, 6/11, 7/1, 7/2, ark. 44, obr. Poznań położonych przy ul. Towarowej 55. W drodze powyższej decyzji ustalono, iż zamierzenie nie wymaga ustalenia warunków zabudowy. Nr sprawy UA-I.6730.971.2022;
- Wydano pozwolenie nr 371/2023 z dn. 12.04.2023 na umieszczenie urządzeń technicznych na obszarze zespołu urbanistyczno – architektonicznego wpisanego do rejestru zabytków. Nr sprawy: MKZ-IX.4125.3.72.2023.M;
- Wydano decyzję na pozwolenie na budowę nr 591/2023 z dnia 21.07.2023r. (nr sprawy UA-VIII.6740.666.2023) instalacji fotowoltaicznej posadowionej na dachu budynku przy ul. Towarowej 55 w Poznaniu (dz. nr 6/3, 7/1, 7/2, ark. 44, obręb Poznań) z oświadczeniem ostateczności z dniem 08.08.2023r.
- Uzyskano warunki przyłączeniowe od OSD ENEA Operator Sp. z o.o. z dnia 31.08.2023r., Znak: 31274/2023, na podstawie których zrealizowano Projekt Techniczny przyłącza

instalacji fotowoltaicznej.

IV-2. ARCHITEKTURA (ARCH)

1. RODZAJ I KATEGORIA OBIEKTU BUDOWLANEGO

Rodzaj obiektu budowlanego: instalacja fotowoltaiczna
Kategoria obiektu budowlanego: VIII – inne budowle

2. ZAMIERZONY SPOSÓB UŻYTKOWANIA ORAZ PROGRAM UŻYTKOWY OBIEKTU BUDOWLANEGO;

2.1 ZAMIERZONY SPOSÓB UŻYTKOWANIA

Zamierzenie budowlane polegające na budowie instalacji fotowoltaicznej, która stanowić będzie dodatkowe źródło energii elektrycznej zasilającej budynek.

2.2 PROGRAM UŻYTKOWY

Budowa instalacji fotowoltaicznej przewidziana została na dachu budynku CEUE.

Projektuje się instalację fotowoltaiczną o mocy szczytowej 131,6 kWp obejmującą:

- montaż modułów fotowoltaicznych PV (280 szt) na dachu budynku; układ paneli z orientacją na południowy-zachód (S-S-W),
- autorski system podkonstrukcji dla modułów PV w systemie lekkim-zgrzewanym (ze względu na fizyczne uwarunkowania występujące na dachu, należy zastosować niestandardowe rozwiązania nie będące systemowymi rozwiązaniami, szczegóły znajdują się w opisie dotyczącym konstrukcji oraz w technicznych rysunkach przedstawiających wszystkie niestandardowe elementy podkonstrukcji),
- montaż na dachach rozdzielnic prądu stałego RDC wraz z ochronnikami przepięciowymi,
- montaż 2 falowników od północnej strony na zewnętrznej ścianie budynku maszynowni wentylacyjnej,
- wykonanie instalacji AC od falowników do rozdzielnic głównej RG-PV,
- wykonanie głównej rozdzielni instalacji fotowoltaicznej RG-PV w budynku (poziom -1) oraz przyłączenia, telemetrii oraz układów pomiarowych zgodnych z wydanymi warunkami przyłączeniowymi od OSD ENEA Operator,
- wykonanie wewnętrznej linii zasilającej od RG-PV do istniejącej szafy kablowej,
- rozbudowa i przebudowa instalacji odgromowej, uziemienia i połączeń wyrównawczych dla projektowanej instalacji.

3. UKŁAD PRZESTRZENNY ORAZ FORMA ARCHITEKTONICZNA OBIEKTU BUDOWLANEGO

Projektuje się instalację fotowoltaiczną na dachu istniejącego budynku CEUE Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu. Budynek powstał w 2014 r., zaprojektowany został w kształcie litery C, posiada 5 kondygnacji naziemnych oraz 2 kondygnacje podziemne.

Układ przestrzenny oraz forma architektoniczna obiektu pozostaje bez zmian.

Układ przestrzenny instalacji tworzą montowane na autorskim systemie podkonstrukcji lekkiej-zgrzewanej pod kątem 15° prostokątne moduły fotowoltaiczne o wymiarach 1,903x1,1134m. Zaprojektowano 280 modułów. Układ modułów z orientacją na południowy-zachód (S-S-W).

4. PARAMETRY PROJEKTOWANYCH OBIEKTÓW BUDOWLANYCH –

Kubatura budynku	70 465 m ³ - bez zmian
Zestawienie powierzchni budynku	13 800,6 m ² - bez zmian
Powierzchnia projektowanych paneli	280szt – ok. 588m ²
Gabaryty dachu objętego inwestycją	
długość	61,17 m
szerokość	48,83 m
Liczba kondygnacji	5 naziemnych + 2 podziemne
Inne dane -	grupa wysokościowa SW

5. OPINIA GEOTECHNICZNĄ ORAZ INFORMACJA O SPOSOBIE POSADOWIENIA OBIEKTU BUDOWLANEGO

Nie dotyczy – instalacja montowana na dachu budynku wyższej uczelni

6. OPIS ZAPEWNIENIA NIEZBĘDNYCH WARUNKÓW DO KORZYSTANIA Z OBIEKTÓW PRZEZ OSOBY NIEPEŁNOSPRAWNE, W TYM OSOBY STARSZE;

Nie dotyczy – instalacja wymagająca wyłącznie specjalistycznych prac serwisowych

7. PARAMETRY TECHNICZNE OBIEKTU BUDOWLANEGO CHARAKTERYZUJĄCE WPŁYW OBIEKTU BUDOWLANEGO NA ŚRODOWISKO I JEGO WYKORZYSTYWANIE ORAZ NA ZDROWIE LUDZI I OBIEKTY SĄSIEDNIE

Projektuje się instalację fotowoltaiczną o mocy szczytowej 131,6kWp. Na potrzeby planowanego przedsięwzięcia prognozuje się wykorzystanie zgodnie z polskimi

23/166

normami oraz warunkami technicznymi prowadzenia robót takich wielkości w zakresie zużycia wody, materiałów, paliw oraz energii, które nie wykraczałyby poza zwykłe korzystanie ze środowiska. Przedmiotowa inwestycja nie wpłynie na wielkość zatrudnienia oraz ilości studentów, a zatem zapotrzebowanie na media oraz surowce nie zwiększy się.

7.1 ZAPOTRZEBOWANIE I JAKOŚĆ WODY ORAZ ILOŚCI, JAKOŚCI I SPOSOBY ODPROWADZANIA ŚCIEKÓW ORAZ WÓD OPADOWYCH,

Instalacja zlokalizowana w obrębie istniejących dachów. Spływ wody opadowej bezpośrednio na istniejące połacie dachów. Inwestycja nie wymaga przebudowy instalacji odwodnienia dachów

7.2 EMISJA ZANIECZYSZCZEŃ GAZOWYCH

Instalacja bezemisyjna

7.3 RODZAJ I ILOŚCI WYTWARZANYCH ODPADÓW

Instalacja nie wytwarza odpadów

7.4 WŁAŚCIWOŚCI AKUSTYCZNE, EMISJA DRGAŃ ORAZ PROMIENIOWANIE, W SZCZEGÓLNOŚCI JONIZUJĄCEGO, POLA ELEKTROMAGNETYCZNEGO I INNYCH ZAKŁÓCEŃ

Instalacja nie wytwarza tego rodzaju drgań, promieniowania i innych zakłóceń.

7.5 WPŁYW OBIEKTU BUDOWLANEGO NA ISTNIEJĄCY DRZEWOSTAN, POWIERZCHNIĘ ZIEMI, W TYM GLEBĘ, WODY POWIERZCHNIOWE I PODZIEMNE

Instalacja nie wpływa na istniejący drzewostan, powierzchnię ziemi, w tym glebę, wody powierzchniowe i podziemne.

8. TECHNICZNE, ŚRODOWISKOWE I EKONOMICZNE MOŻLIWOŚCI REALIZACJI WYSOCE WYDAJNYCH SYSTEMÓW ALTERNATYWNYCH ZAOPATRZENIA W ENERGIĘ I CIEPŁO

Budowa instalacji realizuje zamierzenie realizacji alternatywnego sposobu wytwarzania energii.

9. INFORMACJE O ZASADNICZYCH ELEMENTACH WYPOSAŻENIA BUDOWLANO-INSTALACYJNEGO, ZAPEWNIAJĄCYCH UŻYTKOWANIE OBIEKTU BUDOWLANEGO ZGODNIE Z PRZEZNACZENIEM;

Projektuje się instalację fotowoltaiczną o mocy szczytowej 131,6 kWp zgodnie z przeznaczeniem.

Pozostałe wyposażenie instalacyjne – bez zmian:

- elektryczna,
- grzewcza (centralne ogrzewanie),
- wodociągowa,
- wentylacyjna,
- klimatyzacyjna
- kanalizacyjna
- odgromowa
- urządzenia przeciwpożarowe.

10. OPIS TECHNICZNYCH MOŻLIWOŚCI WYKONANIA INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ

10.1 OPIS OGÓLNY BUDYNKU

Budynek Centrum Edukacyjnego Usług Elektronicznych (obecnie budynek D) należący do Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu zlokalizowany jest przy ul. Towarowej 55 w Poznaniu. Obiekt w rzucie poziomym ukształtowany w kształcie litery „C”. Budynek ma 5 kondygnacji nadziemnych i 2 kondygnacje podziemne. W części podziemnej zlokalizowano garaże wraz z pomieszczeniami technicznymi, zapleczem socjalnym oraz pomieszczeniami gospodarczymi. W części nadziemnej zlokalizowano sale audytoryjne i dydaktyczne.

Budynek wykonano głównie w technologii żelbetowej monolitycznej i prefabrykowanej uzupełnionej konstrukcjami stalowymi (fragment dachu budynku B oraz świetliki dachowe).

Warstwy wykończeniowe stropodachów (wg. proj. arch.)

Stropodachy niewentylowane na płytach żelbetowych (NRO), rozwiązanie z zastosowaniem:

- środek gruntujący,
- papa paroizolacyjna,
- styropian spadkowy grub. o min. grub. 15 cm,
- papa,
- papa nawierzchniowa.

Stropodach na belkach stalowych niewentylowany (NRO), rozwiązanie z zastosowaniem:

- konstrukcja nośna, stalowe belki o wysokości 70 i 24 cm,
- blacha trapezowa T55 grub. 0.88 mm,
- paroizolacja folia PE,
- styropian spadkowy grub. o min. grub. 15 cm,
- papa,
- papa nawierzchniowa.

10.2 ANALIZA KONSTRUKCJI STROPODACHÓW POD KĄTEM MOŻLIWOŚCI INSTALACJI MODUŁÓW PV

Dla przedmiotowej inwestycji instalacji fotowoltaicznej opracowano opinię techniczną, w której przeanalizowano możliwości wykonania instalacji PV na istniejących dachach budynku CEUE UEP. Dodatkowo w pkt. V niniejszego opracowania Projektu Wykonawczego przedstawiono zrealizowane obliczenia.

Ogólne wnioski przeprowadzonych analiz to:

1) Stropodachy żelbetowe

Stropodachy żelbetowe zostały wykonane różnych technologiach:

- płyty filigran i monolityczne oparte na belkach i podciągach żelbetowych,
- płyta żelbetowa monolityczna w formie stropu płytowego z pogrubieniami nad słupami.

Materiały:

- beton: C30/35 i C25/30
- stal zbrojeniowa A-IIIN

2) Stropodachy stalowe

Na części stropodachów zastosowano konstrukcje stalową. Instalację PV przewiduje się na dwóch obszarach z dachami stalowymi

- a. **Dach stalowy w osiach 5-8/H1-K** - Konstrukcję stalową zlokalizowano w północnej części segmentu B w postaci lekkiego przekrycia dachowego z blachy trapezowej T55 gr. 0,88 mm układanej na ruszcie z profili dwuteowych HEB 450 / HEB 240 oraz IPE 300 ze stali S235JR opieranych na ścianach i słupach żelbetowych
- b. **Dach stalowy nad wentylatorownią 3.1-5.1/G-H** - Przekrycie wentylatorowni wykonano z blachy trapezowej T60 gr. 1,00 mm układanej na wolnopodpartych dźwigarach stalowych z profili IPE 300 ze stali S235JR opartymi na wieńcu ścian pomieszczenia.

10.3 WYTYCZNE PODKONSTRUKCJI POD INSTALACJĘ PV

Moduły fotowoltaiczne mocować na autorskiej podkonstrukcji aluminiowej układanej na pokryciu dachowym w lekkim systemie zgrzewanym.

Wszystkie materiały zastosowane do wykonania konstrukcji muszą być nowe i najlepszej jakości, wymagające minimum konserwacji. Powinny zapewniać długotrwałą przydatność w warunkach klimatycznych panujących w miejscu lokalizacji Inwestycji.

Moduły fotowoltaiczne należy mocować na autorskiej podkonstrukcji wsporczej zgrzewanej do papy.

Z racji punktów spustowych i im przyległych fragmentów dachu, jak również zastosowania skosów i spadków na dachu budynku CEUE różnica poziomów wynosi od kilku do ok. 30cm.



Na rysunku liniami czerwonymi zaznaczono punktu spustowe i ich otoczenie, natomiast niebieskimi skosy i uskoki.

Tym samym fizyczne uwarunkowania powodują absolutne wykluczenie zastosowania standardowych systemowych podkonstrukcji.

Należy mieć na uwadze fakt, że poszczególne połacie dachu składają się z wielu płaszczyzn o różnych kątach nachylenia z odpływami wody zlokalizowanymi w centralnych częściach połaci. Konstrukcja z jednej strony musi umożliwiać niwelację różnic poziomów pomiędzy poszczególnymi punktami podparcia, które mogą przekraczać 25 cm, z drugiej strony nie może zakłócać odpływu wody deszczowej.

Szczegółowe wytyczne wraz z opisem i obliczeniami dla przedmiotowej podkonstrukcji zawarto w rozdziale nr V niniejszego Projektu oraz na rysunkach w Załącznikach do opisu.

11. DANE DOTYCZĄCE WARUNKÓW OCHRONY PRZECIWPOŻAROWEJ

Bez zmian

11.1 CHARAKTERYSTYKA I PARAMETRY OBIEKTU

Budynek dydaktyczny – ZL III

Powierzchnia zabudowy	2 392 m ²
Powierzchnia całkowita	14 978 m ²
Powierzchnia wewnętrzna	13 800,6 m ²
Kubatura	70 465 m ³
Wysokość	22,5 m
Szerokość	53,72 m
Długość	61,1 m
Liczba kondygnacji nadziemnych	5 -
Liczba kondygnacji podziemnych	2 -

Budynek jest wyposażony w następujące instalacje:

- elektryczna,
- grzewcza (centralne ogrzewanie),
- wodociągowa,
- wentylacyjna,
- klimatyzacyjna
- kanalizacyjna
- odgromowa
- urządzenia przeciwpożarowe:
 - przeciwpożarowy wyłącznik prądu,
 - instalacja wodociągowa przeciwpożarowa (hydranty DN 25 i DN 33),
 - instalacja oddymiająca,
 - awaryjne oświetlenie ewakuacyjne, przeszkodowe oraz oświetlenie zewnętrzne obiektu,
 - zasilane lokalnie lub autonomicznie,

- system sygnalizacji pożarowej wraz z sygnalizatorami ostrzegawczymi,
- telewizja/monitoring wewnętrzny i system kontroli dostępu.

11.2 PODZIAŁ OBIEKTÓW NA STREFY POŻAROWE

W budynku znajdują się strefy pożarowe zakwalifikowane jako ZL III oraz jako PM o gęstości obciążenia ogniowego $Q < 500 \text{ MJ/m}^2$. Dopuszczalna wielkość stref pożarowych dla budynku średniowysokiego o strefie zagrożenia ZLIII wynosi 5000 m^2 . Przy określaniu wielkości stref pożarowych powierzchnie kondygnacji połączonych ze sobą niezamykanymi otworami należy sumować. W celu zapewnienia wymaganych wielkości stref pożarowych segment wejściowy został oddzielony od skrzydła dydaktycznego ścianami o odporności ogniowej REI 120, w których drzwi posiadają klasę odporności ogniowej EI 60. Ponadto w obiekcie znajdują się pomieszczenia wydzielone pożarowo. Ewakuacyjne klatki schodowe zostały wydzielone w trybie §256.2 poprzez zamknięcie drzwiami o klasie odporności ogniowej EI 30. Garaż podziemny został oddzielony od kondygnacji podziemnych przedsionkami pożarowymi zamykanymi drzwiami o klasie odporności pożarowej EI 30.

NR STREFY	ZL/PM	OBSZAR	-2	-1	0	1	2	3	4	5	RAZEM m ²
Srefa 1	ZL III	HOL.WEJŚCIOWY	230,8	214,2	890,8	791,5	791,5	920,3	785,5	25,4	4650,0
Srefa 2	ZL III	SKRZYDŁO DYDAKTYCZNE	1,8	8,2	623,7	624,2	624,2	624,2	565,9		3072,2
Srefa 3	ZL III	SALE AUDYTORYJNE		166,6	224,4	155,8	218	157,1	218		1139,9
Srefa 4	Q < 500 MJ/ m ²	GARAŻ POZIOM -1		1743,2							1743,2
Srefa 5	Q < 500 MJ/ m ²	GARAŻ POZIOM -2	1696,1								1696,1
Srefa 6	Q < 500 MJ/ m ²	TECHN. - CENTRALA SAP - 2.6	5,2	5,2							10,4
Srefa 7	Q < 500 MJ/ m ²	TECHN. - WENTYLATORNIA - 2.15	292,8	23,9	8,8	8,8	8,8	5,7			348,8
Srefa 8	Q < 500 MJ/ m ²	TECHN. - WENTYLATORNIA - 2.16	77,1	44,2							121,3
Srefa 9	Q < 500 MJ/ m ²	TECHN. - STACJA TRANSFORM. - 1.12		32,3							32,3
Srefa 10	Q < 500 MJ/ m ²	TECHN. - WENTYLATORNIA - 5.1								109,3	109,3
Srefa 11	Q < 500 MJ/ m ²	TECHN. - KOMORA ODDYM. - 2.18	41,8	16,2	9,5	9,5	9,5	9,5	5,9		101,9
Srefa 12	Q < 500 MJ/ m ²	TECHN. - ROZDZ. EL. PPOŻ - 2.17B	4,2								4,2
Srefa 13	Q < 500 MJ/ m ²	TECHN. - HYDROFORNIA - 2.9 I 1.6	81,4	37,2							118,6
Srefa 14	Q < 500 MJ/ m ²	TECHN. - WĘZEL CO - 1.7		26,6							26,6
Srefa 15	Q < 500 MJ/ m ²	TECHN. POM. SEPARATORA - 2.7	21,1								21,1
Srefa 16	POMIESZCZENIA WYDZIELONE POZAROWO	KLATKI SCHODOWE EWAKUACYJNE A1 A2 C1	35,4	35,4	26,4	26,4	26,4	26,4			130,2
Srefa 17		PRZEDSIÖNKI GARAŻU	4,8	11,1	37,4	37,4	37,4	37,4	26,9		247,3
Srefa 18		DRÖGA EWAK. Z GARAŻU			33,4	37,2	37,2	37,2	37,2		182,2
		ŁĄCZNIE	2492,5	2418,0	1854,4	1690,8	1753,0	1817,8	1639,4	134,7	13800,6

11.3 PARAMETRY POŻAROWE WYSTĘPUJĄCYCH SUBSTANCJI PALNYCH

Zagrożenie pożarowe związane jest z właściwościami fizykochemicznymi stosowanych materiałów palnych, ich stanem skupienia, hermetycznością układów, rodzajem i ilością instalacji itd. Dlatego zagrożeniem pożarowym nazywa się wszystkie czynniki i okoliczności, które stwarzają sprzyjające warunki do powstania pożaru i jego rozprzestrzeniania się, a także tworzenia się gazów i dymów toksycznych zagrażających życiu ludzi.

W budynku znajdować się będą następujące materiały palne:

- materiały wykonane z drewna i materiałów drewnopochodnych,

- materiały włókiennicze takie jak obicia mebli tapicerowanych,
- materiały papiernicze takie jak artykuły piśmiennicze, opakowania kartonowe,
- tworzywa sztuczne, takie jak sprzęt i akcesoria biurowe, sprzęt komputerowy, sprzęt RTV,
- izolacje przewodów elektrycznych,
- wszelkiego rodzaju materiały wykończenia wnętrz,
- materiały biurowe: papier, kartony, itp.,
- artykuły spożywcze takie jak tłuszcze i alkohole.

Powyższe substancje zgodnie z § 2 ust. 1 rozporządzenia nie stanowią materiałów niebezpiecznych pożarowo. Ponadto w części podziemnej w obrębie garażu będą znajdować się samochody, w związku z tym w budynku występować będzie benzyna. Ciecz jest mieszaniną lekkich węglowodorów alifatycznych, cykloalkanów, węglowodorów aromatycznych i nienasyconych. Substancja jest łatwo zapalna i wybuchowa. Pary benzyn są cięższe od powietrza, rozprzodkają się i kumulują przy powierzchni ziemi, w naturalnych zagłębieniach oraz dolnych kondygnacjach w pomieszczeniach. Powyższa substancja jest cieczą palną o temp. zapłonu niższej niż 55°C i zgodnie z § 2.1 rozporządzenia stanowi materiał niebezpiecznych pożarowo.

Właściwości pożarowe w/w materiałów przedstawiają się następująco:

- Drewno (artykuły i wyroby z drewna) - Artykuły z drewna należą do materiałów palnych. Temperatura zapalenia się drewna wynosi w zależności od gatunku od 300 – 600 °C. Drewno pali się powierzchniowo. Łatwość zapalenia oraz szybkość spalania uzależniona jest od gatunku oraz stopnia rozdrobnienia drewna.
- Włókna syntetyczne (artykuły i wyroby) - Temperatura zapalenia się materiałów z włókien syntetycznych uzależniona jest od rodzaju włókien. Włókna syntetyczne zapalają się po przekroczeniu temperatury topnienia.
Temperatura topnienia włókien syntetycznych wynosi:
włókna poliamidowe 200°C
włókna poliestrowe 260°C
włókna polichlorowinyłowe 70 – 80°C
- Tworzywa sztuczne (wyroby i materiały) – polipropylen, polietylen, polistyren. Temperatura zapalenia się tworzyw sztucznych uzależniona jest od surowców oraz metod produkcji 120 – 600°C. Spalanie tworzyw sztucznych jest to wieloetapowy proces obejmujący termo destrukcję, zapłon mieszaniny gazowej rozchodzenie się płomieni, emisję ciepła i dymu wraz substancjami toksycznymi oraz możliwość samo wygaszenia. Większość tworzyw sztucznych spala się bardzo szybko

powodując gwałtowny rozwój pożaru, intensywny wzrost temperatury i niezwykle silne wydzielanie się dymu oraz substancji trujących. Tworzywa sztuczne przechodzą ze stanu stałego w stan płynny przy stosunkowo niskich temperaturach. Ściekając palącymi się kroplami mogą spowodować rozprzestrzenianie się pożaru. Temperatury samozapłonu (zapalenia) i zapłonu palnej fazy gazowej uzyskanej z wybranych materiałów polimerowych.

Polimer	Temperatura zapłonu [K]	Temperatura samozapłonu [K]
Polipropylen	593	623
Polietylen	613	623
Polistyren	623	763
Termopolimer ABS	663	753
Poli(chlorek winylu)	663	723

- Papier (wyroby papiernicze) - Wyroby papiernicze zaliczamy do materiałów palnych. Intensywność palenia tych materiałów uzależniona jest od rodzaju surowca oraz warunków składowania. Złożone luźno są bardziej podatne na zapalenie. Papier składowany w balach lub stosach ścisłych jest trudno zapalny. W wyrobach z masy papierowej temperatura zapalenia uzależniona jest od takich składników jak: substancje usztywniające, impregnujące itp.
- Benzyna - Wysoce łatwo palna, szkodliwa ciecz. Pary tworzą mieszaniny wybuchowe z powietrzem. Pary są cięższe od powietrza, gromadzą się przy powierzchni ziemi i w dolnych partiach pomieszczeń. Zbiorniki narażone na działanie ognia lub wysokiej temperatury mogą eksplodować. Środki gaśnicze to proszki gaśnicze, CO₂, prądy wody rozproszone, piany. Podczas stosowania nie jeść, nie pić, nie palić, unikać kontaktu z cieczą, unikać wdychania par, przestrzegać zasad higieny osobistej, stosować środki ochrony indywidualnej, pracować w dobrze wentylowanych pomieszczeniach, nie używać iskrzących narzędzi, unikać wyładowań elektrostatycznych; unikać działania na substancję otwartego ognia i wysokiej temperatury. Zapewnić skuteczną wentylację; w miejscu, w którym jest możliwa emisja par przewidzieć wentylację wyciągową. Wywiewniki wentylacji ogólnej w górnej części pomieszczenia oraz przy podłodze. Instalacje wentylacyjne muszą odpowiadać warunkom ustalonym ze względu na niebezpieczeństwo pożaru lub wybuchu. Gdy stężenie substancji jest ustalone i znane, doboru środków ochrony indywidualnej należy dokonywać z uwzględnieniem stężenia

substancji występującego na danym stanowisku pracy, czasu ekspozycji oraz czynności wykonywanych przez pracownika, na podstawie katalogu "Środki ochrony indywidualnej" wydawanego przez Centralny Instytut Ochrony Pracy.

Właściwości fizykochemiczne przedstawia poniższa tabela.

Substancje	Temperatur a zapłonu °C	Temperatura samozapłonu °C	DGW %V/V	GGW %V/V	Gęstość wzgl. powietrza	Gęstość w temp. 15 °C (g/cm ³)
Benzyna ekstrakcyjna	- 51	350	0,76	7,6	3,8	0,72-0,775

- Tłuszcze i oleje spożywcze Tłuszcze spożywcze w czasie ich użytkowania mają wysoką temperaturę, co utrudnia ich gaszenie, po ugaszeniu może dojść do ponownego zapłonu, gdy znów dotrze do nich tlen z powietrza. Niebezpieczeństwo pożarów tej grupy wynika również z tego, że przy próbie ugaszenia takiego pożaru wodą może nastąpić wyrzut palącego się tłuszczu, co gwałtownie może powiększyć strefę spalania. Podczas wykonywania czynności związanych z obróbką termiczną produktów spożywczych należy zachować szczególną ostrożność. Nie należy pozostawiać włączonych urządzeń kuchennych bez dozoru, nie należy umieszczać przewodów elektrycznych i przedmiotów łatwopalnych, takich jak ścierki, rękawice kuchenne i luźne części odzieży w pobliżu kuchenki i opiekacza. Nie należy używać zapalek i zapalniczek, powinno się stosować bezpieczniejsze zapalarki iskrowe. Należy regularnie czyścić urządzenia i przyrządy służące do obróbki termicznej produktów spożywczych. Pożary tłuszczów należy gasić pianą, proszkiem i dwutlenkiem węgla.
- Alkohole - Ciecze palne pod wpływem wysokiej temperatury ulegają zapaleniu, gdy pod wpływem ogrzania ich do temperatury palenia utworzy się nad zewnętrzną warstwą mieszanina par z powietrzem. Dalszy proces palenia przebiega samorzutnie, ponieważ górna warstwa cieczy, paląc się, nagrzewa warstwy głębsze i powoduje ich parowanie. Pożar cieczy palnych w wyniku parowania i łączenia się z powietrzem może spowodować powstanie mieszanki wybuchowej. Niebezpieczne jest zarówno wyciekanie palącego się płynu, jak i płynu jeszcze się niepalącego, ponieważ w każdej chwili ogień może go zapalić, powodując rozprzestrzenianie się pożaru.

11.4 ZAGROŻENIE WYBUCHEM POMIESZCZEŃ I PRZESTRZENI ZEWNĘTRZNYCH

W budynku nie występują pomieszczenia zagrożone wybuchem. Również w pomieszczeniach lub przestrzeniach zewnętrznych nie występują strefy kwalifikowane do zagrożonych wybuchem. Należy jednak pamiętać, że mieszaniny benzyny mogą tworzyć mieszaniny wybuchowe, dlatego konieczne jest utrzymywanie instalacji w należytym stanie technicznym (wykonywać regularnie przeglądy techniczne instalacji elektrycznej i wentylacji).

11.5 GĘSTOŚĆ OBCIĄŻENIA OGNIOWEGO

Dla budynków charakteryzowanych kategorią zagrożenia ludzi ZL gęstości obciążenia ogniowego nie wyznacza się. Przewidywana gęstość obciążenia ogniowego dla garaży i pomieszczeń technicznych wynosi do 500 MJ/m².

11.6 KLASYFIKACJA POŻAROWA OBIEKTÓW

Wymaganą klasę odporności pożarowej budynku określa poniższa tabela:

Budynek	ZL I	ZL II	ZL III	ZL IV	ZL V
1	2	3	4	5	6
niski (N)	"B"	"B"	"C"	"D"	"C"
średniowysoki (SW)	"B"	"B"	"B"	"C"	"B"
wysoki (W)	"B"	"B"	"B"	"B"	"B"
wysokościowy (WW)	"A"	"A"	"A"	"B"	"A"

Wysokość budynku służąca do określenia wymagań technicznych i użytkowych, o których mowa w rozporządzeniu [5], liczona jest od poziomu terenu przy najniższej położonym wejściu do budynku do najwyższego położonego punktu konstrukcji przekrycia budynku znajdującego się bezpośrednio nad pomieszczeniami przeznaczonymi na pobyt ludzi. Budynki o wysokości 22,5 m zalicza się do budynków **średniowysokich (SW)**. Nadrzędną funkcją obiektu będzie pełnienie roli budynku dydaktycznego. Budynek zakwalifikowano do kategorii zagrożenia **ZL III**.

Elementy budynku, odpowiednio do jego klasy odporności pożarowej, powinny w zakresie klasy odporności ogniowej spełniać, co najmniej wymagania określone w poniższej tabeli:

Klasa odporności pożarowej budynku	Klasa odporności ogniowej elementów budynku ^{5) *)}					
	główna konstrukcja nośna	konstrukcja dachu	strop ¹⁾	ściana zewnętrzna ^{1), 2)}	ściana wewnętrzna ¹⁾	przekrycie dachu ³⁾
1	2	3	4	5	6	7
„A”	R 240	R 30	R E I 120	E I 120 (o↔i)	E I 60	R E 30
„B”	R 120	R 30	R E I 60	E I 60 (o↔i)	E I 30 ⁴⁾	R E 30
„C”	R 60	R 15	R E I 60	E I 30 (o↔i)	E I 15 ⁴⁾	R E 15
„D”	R 30	(-)	R E I 30	E I 30 (o↔i)	(-)	(-)
„E”	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)

gdzie:

R – nośność ogniowa w minutach,

E – szczelność ogniowa w minutach,

I – izolacyjność ogniowa w minutach,

(-) – nie stawia się wymagań.

1) Jeżeli przegroda jest częścią głównej konstrukcji nośnej, powinna spełniać także kryteria nośności ogniowej (R) odpowiednio do wymagań zawartych w kol. 2 i 3 dla danej klasy odporności pożarowej budynku.

2) Klasa odporności ogniowej dotyczy pasa międzykondygnacyjnego wraz z połączeniem ze stropem.

3) Wymagania nie dotyczą naswietli dachowych, świetlików, lukarn i okien połaciowych (z zastrzeżeniem § 218), jeśli otwory w połaci dachowej nie zajmują więcej niż 20% jej powierzchni; nie dotyczą także budynku, w którym nad najwyższą kondygnacją znajduje się strop albo inna przegroda, spełniająca kryteria określone w kol. 4.

4) Dla ścian komór zsypu wymaga się klasy E I 60, a dla drzwi komór zsypu klasy E I 30.

5) Klasa odporności ogniowej dotyczy elementów wraz z uszczelnieniami złączny i dylatacjami.

Odporność ogniowa biegów i spoczników służących celom ewakuacji powinna wynosić min. R 60.

Dopuszczalne powierzchnie stref pożarowych

Kategoria zagrożenia ludzi	Dopuszczalna powierzchnia strefy pożarowej w m ²			
	w budynku o jednej kondygnacji nadziemnej (bez ograniczenia wysokości)	w budynku wielokondygnacyjnym		
		niskim (N)	średniowysokim (SW)	wysokim i wysokościowym (W) i (WW)
1	2	3	4	5
ZL I, ZL III, ZL IV, ZL V	10.000	8.000	5.000	2.500
ZL II	8.000	5.000	3.500	2.000

11.7 USYTUOWANIE BUDYNKÓW Z UWAGI NA BEZPIECZEŃSTWO POŻAROWE

Minimalne odległości między obiektami

Rodzaj budynku oraz dla budynku PM maksymalna gęstość obciążenia ogniowego strefy pożarowej PM Q[MJ/m ²]	Rodzaj budynku oraz dla budynku PM maksymalna gęstość obciążenia ogniowego strefy pożarowej PM Q [MJ/m ²]				
	ZL	IN	PM		
			Q ≤ 1000	1000 < Q ≤ 4000	Q > 4000
ZL	8	8	8	15	20
IN	8	8	8	15	20
PM Q ≤ 1000	8	8	8	15	20
PM 1000 < Q ≤ 4000	15	15	15	15	20
PM Q > 4000	20	20	20	20	20

Przedmiotowy budynek graniczy:

- od strony północnej z budynkami Akademii Muzycznej w odległości ok. 15 m oraz granicą działki,
- od strony wschodniej z ul. Towarową oraz z granicą działki,
- od strony południowej z budynkiem „C” Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu, obiekty są połączone łącznikiem; między przedmiotowym budynkiem i budynkiem „C” znajduje się ściana oddzielenia przeciwpożarowego,
- od strony zachodniej z budynkiem ZL ściana oddzielenia pożarowego oraz z granicą działki.

Do garażu podziemnego prowadzi wjazd z ulicy Towarowej, zlokalizowany od strony wschodniej.

11.8 DOJAZDY DO BUDYNKÓW I DROGI POŻAROWE

Dla przedmiotowego budynku zgodnie z § 12.1 rozporządzenia, należącego do grupy wysokości - średniowysoki, zawierającego strefę pożarową ZL III, jest wymagana droga pożarowa o utwardzonej nawierzchni, umożliwiającej dojazd pojazdów jednostek ochrony przeciwpożarowej do obiektu o każdej porze roku. Drogę pożarową stanowi ul. Towarowa, biegnąca wzdłuż wschodniej elewacji budynku.

Wyjścia z obiektów budowlanych, o których mowa w ust. 1 pkt 1-6, powinny mieć połączenie z drogą pożarową, dojściem o szerokości minimalnej 1,5 m i długości nie większej niż 50m, w sposób zapewniający dotarcie bezpośrednio lub drogami ewakuacyjnymi do każdej strefy pożarowej w tych obiektach.

Przebieg drogi pożarowej zaznaczony został w części graficznej instrukcji ppoż.

11.9 PRZECIWPOŻAROWE ZAOPATRZENIE W WODĘ

Wymagana ilość wody do celów przeciwpożarowych, służąca do zewnętrznego gaszenia pożaru wynosi 20 dm³/s z hydrantów nadziemnych o średnicy DN 80 mm. Najbliższy hydrant znajduje się w odległości ok. 48,0 m od strony południowej chronionego budynku, odległość ta jest mniejsza od wymaganych 75 m. Kolejny hydrant znajduje się w odległości ok. 49,0 m od strony północnej chronionego budynku, odległość ta jest mniejsza od wymaganych 150 m.

Lokalizacja hydrantów przedstawiona jest na planie sytuacyjnym instrukcji ppoż.

11.10 WARUNKI TECHNICZNE EWAKUACJI

Z każdego miejsca przeznaczonego na pobyt ludzi w obiekcie, powinny być zapewnione odpowiednie warunki ewakuacji, zapewniające możliwość szybkiego i bezpiecznego opuszczenia strefy zagrożonej lub objętej pożarem, dostosowane do liczby i stanu sprawności osób przebywających w obiekcie oraz jego funkcji, a także powinny być zapewnione stosowne techniczne środki zabezpieczenia przeciwpożarowego.

Ewakuacja powinna odbywać się drogami komunikacji ogólnej.

W pomieszczeniach, od najdalszego miejsca, w którym może przebywać człowiek, do wyjścia ewakuacyjnego na drogę ewakuacyjną lub do innej strefy pożarowej albo na zewnątrz budynku, powinno być zapewnione przejście, zwane dalej "przejściem ewakuacyjnym". Przejścia powinny prowadzić łącznie przez więcej niż trzy pomieszczenia.

Dla prowadzenia skutecznej ewakuacji z budynku przyjęto założenie, że podstawowym wydzielonym obszarem w przestrzeni budynku warunkującym podjęcie odpowiednich i skutecznych działań w przypadku powstania pożaru jest strefa pożarowa. Ewakuacja ludzi z budynku oparta jest o strategię tzw. strefy wydzielonej, którą tworzą główne strefy pożarowe na poszczególnych kondygnacjach budynku.

Przewidywana liczba osób w budynkach

W pomieszczeniach, dla których liczba użytkowników nie wynika to bezpośrednio ze sposobu ich zagospodarowania, liczbę tą przyjęto w odniesieniu do powierzchni tych pomieszczeń, zgodnie z § 236 ust. 6 warunków technicznych (Dz.U. nr 75 z 2002, ppoz 690 z późniejszymi zmianami). Przyjęta maksymalna liczba użytkowników mogących jednocześnie przebywać na poszczególnych kondygnacjach budynku części wynosi:

- kondygnacja -2: nie przeznaczona na stały pobyt ludzi
- kondygnacja -1: 143 osoby
- parter: 552 osoby
- kondygnacja +1: 352 osoby
- kondygnacja +2: 504 osoby
- kondygnacja +3: 408 osób
- kondygnacja +4: 460 osób
- dach: nie przeznaczona na stały pobyt ludzi

Liczba osób na salach audytoryjnych przebiegających przez dwie kondygnacje została podzielona na połowę i dodana do każdej z kondygnacji przez, którą przebiega. Uzasadnia to fakt, że na salach tych istnieje możliwość ewakuacji na dwie różne kondygnacje.

Maksymalna liczba użytkowników mogących przebywać jednocześnie w budynku została określona na 2043 osoby.

Usytuowanie i sposób wydzielenia klatek schodowych

W budynku istnieją 4 klatki schodowe:

- klatka schodowa B1 – zlokalizowana w centralnej części budynku, w strefie pożarowej nr 1, klatka schodowa łączy wszystkie kondygnacje obiektu. W obrębie kondygnacji nadziemnych klatka schodowa niewydzielona, nieprzeznaczona do użytkowania w celach ewakuacyjnych. Na kondygnacjach podziemnych klatka schodowa zapewnia możliwość ewakuacji z garażu, została oddzielona przedsionkami zamykanymi obustronnie drzwiami o klasie odporności ogniowej EI

30.

- klatka schodowa A1 – zlokalizowana w skrzydle sal audytoryjnych – strefa pożarowa nr 3, w południowo-zachodniej części. Klatka schodowa jest przeznaczona do ewakuacji z sal audytoryjnych. Zapewnia komunikację od poziomu: -1 do +3. Klatka schodowa wyposażona w grawitacyjny system oddymiania
- klatka schodowa A2 – zlokalizowana w południowo-wschodniej części obiektu, w strefie pożarowej nr 1. Zapewnia komunikację od poziomu: -2 do +4. Klatka schodowa wyposażona w grawitacyjny system oddymiania.
- klatka schodowa C1 – zlokalizowana w skrzydle dydaktycznym – strefa pożarowa nr 2, we wschodniej części obiektu. Zapewnia komunikację od poziomu: 0 do +4. Klatka schodowa wyposażona w grawitacyjny system oddymiania.

Klatki schodowe A1, A2 i C1 zostały wydzielone w trybie § 256.2 - są obudowane i zamykane drzwiami o klasie odporności ogniowej EI 30 oraz wyposażone w urządzenia służące do usuwania dymu.

Łączną szerokość użytkową biegów oraz łączną szerokość użytkową spoczników w klatkach schodowych, stanowiących drogę ewakuacyjną, należy obliczyć proporcjonalnie do liczby osób mogących przebywać równocześnie na kondygnacji, na której przewiduje się obecność największej ich liczby, przyjmując co najmniej 0,6 m szerokości na 100 osób, lecz nie mniej niż 1,2 m – bieg; 1,5 m - spocznik.

Maksymalna liczba osób mogących przebywać jednocześnie na kondygnacji nadziemnej wynosi 504 (osoby przebywające na parterze nie będą ewakuować się przez klatki schodowe) – kondygnacja +2.

Łączna szerokość użytkowa biegów oraz łączna szerokość użytkowa spoczników ewakuacyjnych klatek schodowych na kondygnacjach nadziemnych w budynku powinna wynosić nie mniej niż 3,6 m ($504 \times 0,6 / 100$). Łączna szerokość spocznika na kondygnacji schodów służących do ewakuacji wynosi ok. 4,74-6,00 m.

Szerokość biegów schodów klatek A1, A2, i C1 jest stała, łączna szerokość biegu na kondygnacji wynosi 4,95 m i jest większa niż 3,6 m wymagane.

Klatka schodowa A1 zapewnia komunikację między poziomami -1 i +3, a ewakuacja z kondygnacji +4 jest możliwa tylko klatkami A2 i C1 o łącznej szerokości biegów 3,7 m. Maksymalna liczba osób mogących przebywać jednocześnie na kondygnacji podziemnej wynosi 143 – kondygnacja -1. Łączna szerokość użytkowa biegów oraz łączna szerokość użytkowa spoczników ewakuacyjnych klatek schodowych na kondygnacjach podziemnych w budynku powinna wynosić nie mniej niż 1,2m ($143 \times 0,6 / 100$). Szerokość ta jest mniejsza od podanych w § 68.1, dlatego minimalna

szerokość biegów schodów na kondygnacjach podziemnych powinna wynosi 1,2 m, a szerokość spoczników 1,5 m. Możliwość ewakuacji z kondygnacji podziemnych jest zapewniona przez klatki A1, A2 i B1. Wysokość stopni na klatkach nie powinna być mniejsza od 0,175 m. Maksymalna liczba stopni w biegu wynosi 12 i jest mniejsza niż 17 wymagane.

Urządzenia zapobiegające zadymieniu lub służące do usuwania dymu i gazów pożarowych

W obiekcie zapewniono system oddymiania obejmujący oba poziomy kondygnacji podziemnych (poziom -2 oraz -1). Instalacja wentylacji oddymiającej usuwa dym z intensywnością zapewniającą, w czasie potrzebnym do ewakuacji ludzi na chronionych przejściach i drogach ewakuacyjnych, niewystąpienie zadymienia lub temperatury uniemożliwiającej bezpieczną ewakuację. Zapewnia także stały dopływ powietrza zewnętrznego uzupełniający braki powietrza w wyniku wypływu powietrza wraz z dymem. Realizacja za pomocą wentylatorów strumieniowych oraz oddymiających. Zabezpieczenie przed zadymieniem systemami grawitacyjnymi obejmuje ewakuacyjne klatki schodowe: A1, A2 i C1.

Realizacja za pomocą klap oddymiających w dachu klatek, kompensacja powietrza poprzez drzwi wejściowe na poziomie parteru.

Wyjścia na zewnątrz budynku oraz rejony dla osób ewakuowanych

Z budynku prowadzą cztery wyjścia ewakuacyjne, trzy z nich prowadzą bezpośrednio z klatek schodowych A1, A2 i C1 na zewnątrz budynku, czwarte wyjście ewakuacyjne jest zlokalizowane we wschodniej części budynku. Główne wejście do budynku od strony wschodniej stanowią drzwi obrotowe, które nie są przeznaczone do ewakuacji. Szerokość drzwi stanowiących wyjście ewakuacyjne z budynku prowadzących na zewnątrz budynku powinna być nie mniejsza niż szerokość biegu klatki schodowej. Szerokości wyjść ewakuacyjnych powinna wynosić minimum 1,2 m. Rejony dla osób ewakuowanych zaznaczono na planie zagospodarowania terenu w części graficznej instrukcji.

Poziome drogi ewakuacyjne służące celom ewakuacji

- Przejścia

Maksymalna dopuszczalna długość przejścia ewakuacyjnego w budynku na podstawie § 237 ust. 1 rozporządzenia wynosi w strefach pożarowych ZL - **40m**,

a w strefach pożarowych PM o gęstości obciążenia ogniowego $Q < 500 \text{ MJ/m}^2$ – **100 m.**

Długości przejść ewakuacyjnych, mierzone od najdalszego miejsca, w którym może przebywać człowiek, do wyjścia ewakuacyjnego na drogę ewakuacyjną lub do innej strefy pożarowej, albo na zewnątrz budynku, nie przekraczają dopuszczalnych 40 m w strefach pożarowych ZL i 100 m w strefach pożarowych PM. Przejścia prowadzą przez nie więcej niż trzy pomieszczenia. Szerokość przejścia ewakuacyjnego w pomieszczeniu przeznaczonym na pobyt ludzi, należy obliczać proporcjonalnie do liczby osób, do których ewakuacji ono służy, przyjmując, co najmniej 0,6m na 100 osób, lecz nie mniej niż 0,9m. Uwzględniając szacunkową ilość osób w pomieszczeniach na poszczególnych kondygnacjach – powyższy warunek jest spełniony.

- **Drzwi:**

Szerokość drzwi w świetle na drodze ewakuacyjnej, należy obliczać proporcjonalnie do liczby osób, do których ewakuacji są one przeznaczone, przyjmując co najmniej 0,6m szerokości na 100 osób, przy czym najmniejsza szerokość drzwi powinna wynosić 0,9m w świetle ościeżnicy.

- **Wyjścia ewakuacyjne**

Z pomieszczeń na drogi ewakuacyjne powinny być zamykane drzwiami. Kierunek otwierania drzwi powinien być zgodny z kierunkiem ewakuacji. Zabrania się stosowania do celów ewakuacji drzwi obrotowych i podnoszonych. W związku z tym, że w budynku istnieją trzy kierunki ewakuacji, maksymalną liczbę osób na kondygnacji podzielono na trzy. Liczba osób przypadająca na jeden kierunek ewakuacji na kondygnację wynosi 168. Na tej podstawie określono minimalną szerokość drzwi na drodze ewakuacyjnej na kondygnacjach nadziemnych, wynosi ona 1,20 m i nie została przekroczona. Maksymalna liczba osób na kondygnacji podziemnej wynosi 143. Osoby te mogą korzystać z dwóch kierunków ewakuacji, a więc liczba osób na drodze ewakuacyjnej będzie wynosiła mniej niż 100.

Łączną szerokość drzwi w świetle, stanowiących wyjścia ewakuacyjne z pomieszczenia, należy obliczać proporcjonalnie do liczby osób mogących przebywać w nim równocześnie, przyjmując co najmniej 0,6 m szerokości na 100 osób, przy czym najmniejsza szerokość drzwi w świetle ościeżnicy powinna wynosić 0,9 m, a w przypadku drzwi służących do ewakuacji do 3 osób – 0,8 m. W salach audytoryjnych w strefie pożarowej nr 2 mogą przebywać maksymalnie

282 osoby. Z każdej Sali audytoryjnej istnieje możliwość ewakuacji przez cztery wyjścia, ich łączna szerokość powinna wynosić 1,8 m. Sale audytoryjne przeznaczone do przebywania ponad 100 osób (maksymalnie 155 osób) mają dwa wyjścia ewakuacyjne, ich łączna szerokość powinna wynosić 1,20 m. W pomieszczeniach przeznaczonych dla nie więcej niż 100 osób szerokość drzwi wynosi nie mniej niż 90 cm, a w przypadku pomieszczeń dla nie więcej niż 3 osób – 80 cm. Drzwi wieloskrzydłowe, stanowiące wyjście ewakuacyjne z pomieszczenia oraz na drodze ewakuacyjnej, powinny mieć co najmniej jedno, nieblokowane skrzydło drzwiowe o szerokości nie mniejszej niż 0,9 m.

Drzwi stanowiące wyjście ewakuacyjne z pomieszczeń przeznaczonych do jednoczesnego przebywania ponad 50 osób, z korytarzy do klatek schodowych, z klatek schodowych na poziomie drogi ewakuacyjnej, oraz z poziomych dróg ewakuacyjnych budynku i z ewentualnych pomieszczeń o charakterze elektrycznym (np. rozdzielnia elektryczna, trafostacja), muszą się otwierać na zewnątrz. Drzwi służące do ewakuacji o wymaganej odporności ogniowej lub dymoszczelności (np. na granicy stref pożarowych czy dymowych), które podczas normalnej eksploatacji będą w pozycji otwartej (zastosowane trzymaki elektromagnetyczne), muszą zostać wyposażone w urządzenia, zapewniające samoczynne zamykanie otworu w razie pożaru (sterowane SSP). W przypadku zastosowania w budynku systemu kontroli dostępu drzwi, które służą do ewakuacji w normalnych warunkach zamknięte w systemie instalacji kontroli dostępu, muszą być w razie pożaru automatycznie zwolnione z zamknięć i posiadać możliwość otwierania ręcznego, bez użycia kart kodowych.

- **Poziome drogi ewakuacyjne**

Szerokość poziomych dróg ewakuacyjnych oblicza się przyjmując 0,6 m szerokości na 100 osób mogących przebywać jednocześnie na danej kondygnacji, lecz nie mniej niż 1,4 m. Szerokość poziomej drogi ewakuacyjnej może być zmniejszona do 1,2 m, jeżeli jest ona przeznaczona do ewakuacji nie więcej niż 20 osób.

Wysokość dróg ewakuacyjnych nie może być mniejsza niż 2,2 m, natomiast wysokość przejścia, drzwi, lub lokalnego obniżenia – 2 m.

W budynku (w obrębie jednej strefy pożarowej) nie ma korytarzy stanowiących drogę ewakuacyjną o długości przekraczającej 50 m.

- **Dojścia:**

Dopuszczalna długość dość ewakuacyjnych, od wyjścia z pomieszczenia na drogę ewakuacyjną do wyjścia na zewnątrz budynku albo do wyjścia do innej strefy pożarowej, mierzona wzdłuż osi dojścia, wynosi : przy jednym dojściu - 30 m (nie więcej niż 20 w poziomie), przy wielu dojściach - 60 m; dla budynku ZL III. W całym obiekcie są zapewnione minimum dwa kierunki ewakuacji.

Awaryjne oświetlenie ewakuacyjne

Budynek wyposażono w oświetlenie awaryjne – ewakuacyjne i kierunkowe. Na drogach ewakuacyjnych należy zapewnić natężenie oświetlenia 1 lux w osi korytarzy i 5 lux w miejscach umieszczenia sprzętu i urządzeń przeciwpożarowych w pomieszczeniach i przestrzeniach otwartych.

Należy zapewnić zewnętrzne oświetlenie terenu przy wyjściach ewakuacyjnych poprzez zastosowanie opraw zewnętrznych. Czas działania oświetlenia 1h po zaniku oświetlenia podstawowego.

Sposoby oznakowania dróg, kierunków i wyjść ewakuacyjnych

Budynki zostały oznakowane w zakresie dróg, kierunków i wyjść ewakuacyjnych, znakami bezpieczeństwa.

Oznakowania wymagają ponadto:

- miejsca zbiorki do ewakuacji,
- miejsca lokalizacji kluczy do wyjść ewakuacyjnych,
- miejsca usytuowania gaśnic i hydrantów wewnętrznych,
- miejsce usytuowania ręcznych ostrzegaczy pożarowych (ROP-ów),
- miejsce uruchamiania klap dymowych,
- miejsce usytuowania przeciwpożarowego wyłącznika prądu elektrycznego i kurka głównego instalacji gazowej,
- miejsce montażu rozdzielni DC i AC przeznaczonych dla fotowoltaiki,
- miejsce montażu falowników,
- miejsce przyłącza instalacji PV do sieci elektroenergetycznej budynku, informacja o podwójnym zasilaniu.

11.11 SYSTEM SYGNALIZACJI POŻARU

System sygnalizacji pożaru obejmuje wszystkie pomieszczenia na wszystkich kondygnacjach poza pomieszczeniami wyłączonymi z alarmowania, jest to, więc

ochrona całkowita. Obszary wyłączone z alarmowania: pomieszczenia niedostępne dla osób, sanitariaty (z wyjątkiem przedsionków).

Działanie w razie alarmu

W obiekcie projektuje się dwustopniową organizację alarmowania:

- **Alarm I stopnia** (wstępny - wewnętrzny) wywołany przez czujkę automatyczną, przeznaczony wyłącznie dla obsługi, na wyświetlaczu centrali wyświetla się dokładny opis lokalizacji zagrożonego pomieszczenia. Alarm I stopnia sygnalizowany jest wewnętrznym sygnałem akustycznym w centrali SSP, którego odebranie przez obsługę należy potwierdzić w czasie T1 ok. 30 sekund; niepotwierdzony alarm I stopnia przechodzi automatycznie w alarm II stopnia. Po potwierdzeniu odebrania alarmu I stopnia obsługa zobowiązana jest dokonać rozpoznania zagrożenia w czasie T2 (ok. 3 min); przed upływem czasu T2 w przypadku nie wykrycia zagrożenia alarm może być skasowany na panelu obsługi centrali. Czas T2 może być zmieniony do maksymalnie do 5 minut – na wniosek właściciela/zarządzającego budynkiem, po wcześniejszym sprawdzeniu i zweryfikowaniu procedury weryfikacji alarmowania.
- Po upływie czasu T2 alarm I stopnia przechodzi automatycznie w **alarm II stopnia** (pełny, pożarowy), podczas którego następuje automatyczne wystawienie urządzeń przeciwpożarowych oraz urządzenia transmisji alarmu do PSP. Użycie ręcznego ostrzegacza pożaru powoduje natychmiastowe przejście systemu w stan alarmu II stopnia; funkcja taka umożliwia również obsłudze skrócenie czasu T2 w przypadku, kiedy w czasie rozpoznania stwierdzono faktycznie zagrożenie pożarowe. Centrala sygnalizacji pożaru pełnić będzie najważniejszą funkcję w systemie sterowania poszczególnymi urządzeniami przeciwpożarowymi.

Powyższe zagadnienie zostało szczegółowo omówione w Tomie SAP – Teletechnika.

System Alarmu Pożarowego (SAP) w Dokumentacji Powykonawczej budynku.

Przegląd i konserwacja:

Zakres czynności konserwacyjnych instalacji systemu sygnalizacji pożaru podaje producent systemu.

Dla projektowanego systemu zaleca się czasookresy obsługi w intensywności:

- obsługa codzienna,
- obsługa miesięczna,

- obsługa kwartalna,
- obsługa roczna.

11.12 HYDRANTY WEWNĘTRZNE

Hydrant wewnętrzny to urządzenie przeciwpożarowe umieszczone na sieci wodociągowej wewnętrznej, umożliwiające podanie strumienia wody na ognisko pożaru. Hydrant wyposażony jest w jeden lub dwa odcinki węża i prądownicę wodną, umieszczone w szafce hydrantowej.

Hydrantów wewnętrznych używa się do gaszenia pożarów grupy A, tj. ciał stałych oraz do chłodzenia powierzchni przedmiotów znajdujących się w sąsiedztwie źródła ognia. Zabrania się gaszenia przy pomocy hydrantów urządzeń elektrycznych znajdujących się pod napięciem.

Uruchamianie hydrantu wewnętrznego:

- otworzyć szafkę hydrantową
- rozwinąć wąż tłoczny
- otworzyć zawór hydrantu
- skierować strumień wody na ognisko pożaru.

Obiekt został wyposażony w wewnętrzną sieć hydrantową z węzami półsztywnymi 33 w garażu oraz 25 w pozostałej części budynku. Instalacje powinny uwzględnić możliwość jednoczesnego poboru wody z dwóch sąsiednich hydrantów.

11.13 GAŚNICE

Dobór gaśnic i ich rozmieszczenie

Obiekty powinny być wyposażone w gaśnice przenośne spełniające wymagania Polskich Norm będących odpowiednikami norm europejskich, dotyczących gaśnic lub w gaśnice przewoźne.

Rodzaj gaśnic powinien być dostosowany do gaszenia tych grup pożarów, które mogą wystąpić w obiekcie, tj.:

- 1) A – materiałów stałych, zwykle pochodzenia organicznego, których normalne spalanie zachodzi z tworzeniem żarzących się węgli,
- 2) B – cieczy i materiałów stałych topiących się,
- 3) C – gazów,
- 4) D – metali,
- 5) F – tłuszczów i olejów w urządzeniach kuchennych.

Podręczny sprzęt gaśniczy przeznaczony jest do gaszenia pożarów w początkowej fazie ich rozwoju przez użytkowników budynku.

Przy rozmieszczaniu oraz ustalaniu rodzaju gaśnic należy stosować następujące zasady:

- 1) sprzęt powinien być umieszczony w miejscach łatwo dostępnych i widocznych, przy wejściach i klatkach schodowych, przy przejściach i korytarzach, przy wyjściach na zewnątrz pomieszczeń,
- 2) oznakowanie miejsc usytuowania sprzętu,
- 3) do sprzętu powinien być zapewniony dostęp o szerokości co najmniej 1m,
- 4) sprzęt należy umieszczać w miejscach nie narażonych na uszkodzenia mechaniczne oraz działanie źródeł ciepła,
- 5) odległość dojścia do sprzętu nie powinna być większa niż 30m,
- 6) w obiektach wielokondygnacyjnych o powtarzalnym układzie kondygnacji, sprzęt należy umieszczać w tych samych miejscach na poszczególnych piętrach, o ile na to pozwalają warunki.

Przy doborze rodzaju środka gaśniczego należy brać pod uwagę następujące zasady:

- 1) do gaszenia pożarów grupy A (w których występuje zjawisko spalania żarowego, np. drewna, papieru, tkanin) stosuje się gaśnice płynowe, pianowe lub proszkowe ABC,
- 2) do gaszenia pożarów grupy B (cieczy palnych i substancji stałych, topiących się np. benzyn, alkoholi, olejów, tłuszczów, lakierów) stosuje się zamiennie gaśnice płynowe, pianowe, śniegowe lub proszkowe.
- 3) do gaszenia pożarów grupy C (gazów palnych, np. propanu, acetyleny, gazu ziemnego) stosuje się zamiennie gaśnice proszkowe lub śniegowe.
- 4) do gaszenia pożarów grupy D (metali lekkich, np. magnezu, sodu, potasu, litu) stosuje się gaśnice proszkowe do tego celu przeznaczone.
- 5) do gaszenia pożarów grupy F (tłuszczów i olejów w urządzeniach kuchennych) – obecnie dopuszczenie do stosowania posiada gaśnica pianowa GWG-2x AF, specjalna gaśnica do zwalczania pożarów łatwopalnych środków gotujących w gastronomii i kuchniach domowych. Można nią również gasić pożary ciał stałych (grupa A), tj. wyposażenie biur, mieszkań, hoteli itp., a także urządzenia elektryczne pod napięciem do 1000 V w zakresie temperatur stosowania od -20oC do +60oC. 6) do gaszenia pożarów poszczególnych grup z indeksem E (urządzeń elektrycznych pod napięciem i innych materiałów znajdujących się w pobliżu tych urządzeń) stosuje się zamiennie gaśnice śniegowe lub proszkowe (aktualnie zabronione jest używanie gaśnic halonowych ze względu na ochronę środowiska – w zastępstwie można stosować tzw. zamienniki halonów).

11.14 PRZECIWOŻAROWY WYŁĄCZNIK PRĄDU

Przeciwożarowy wyłącznik prądu, odcinający dopływ prądu do wszystkich obwodów, z wyjątkiem obwodów zasilających instalacje i urządzenia, których funkcjonowanie jest niezbędne podczas pożaru, należy stosować w strefach pożarowych o kubaturze przekraczającej 1000 m³. Odcięcie dopływu prądu przeciwożarowym wyłącznikiem nie może powodować samoczynnego załączenia drugiego źródła energii elektrycznej, w tym zespołu prądotwórczego, z wyjątkiem źródła zasilającego oświetlenie awaryjne. Przewody i kable wraz z zamocowaniami stosowane w systemach zasilania i sterowania urządzeniami służącymi ochronie przeciwożarowej powinny zapewniać ciągłość dostawy energii elektrycznej w warunkach pożaru przez wymagany czas działania urządzenia przeciwożarowego, jednak nie mniejszy niż 90 minut.

Dopuszcza się ograniczenie czasu zapewnienia ciągłości dostawy energii elektrycznej do urządzeń służących ochronie przeciwożarowej do 30 minut, dla przewodów i kabli zasilających i sterujących urządzeniami klap dymowych.

Przeciwożarowy wyłącznik prądu został umieszczony w pobliżu głównego wejścia do obiektu, przy recepcji. Przeciwożarowy wyłącznik prądu powinien być oznakowany. Z racji zaprojektowania wszystkich elementów i obwodów prądu stałego przedmiotowej instalacji fotowoltaicznej tylko na dachu budynku, bez wejścia tymi elementami do wnętrza budynku, nie wymaga się realizacji i połączenia wyłączników pożarowych obwodów DC z głównym wyłącznikiem prądu w budynku.

V. CZĘŚĆ OPISOWA DO PROJEKTU TECHNICZNEGO – KONSTRUKCJA / OBLICZENIA

1. OPIS OGÓLNY

Budynek wykonano głównie w technologii żelbetowej monolitycznej i prefabrykowanej uzupełnionej konstrukcjami stalowymi (fragment dachu budynku B oraz świetliki dachowe).

Warstwy wykończeniowe stropodachów (wg. proj. arch. Dokumentacja Powykonawcza Budynku).

Stropodachy niewentylowane na płytach żelbetowych (NRO), rozwiązanie z zastosowaniem:

- środek gruntujący,
- papa paroizolacyjna,
- styropian spadkowy grub. o min. grub. 15 cm,
- papa,
- papa nawierzchniowa.

Stropodach na belkach stalowych niewentylowany (NRO), rozwiązanie z zastosowaniem:

- konstrukcja nośna, stalowe belki o wysokości 70 i 24 cm,
- blacha trapezowa T55 grub. 0.88 mm,
- paroizolacja folia PE,
- styropian spadkowy grub. o min. grub. 15 cm,
- papa,
- papa nawierzchniowa.

2. ANALIZA KONSTRUKCJI STROPODACHÓW POD KĄTEM MOŻLIWOŚCI INSTALACJI MODUŁÓW FOTOWOLTAICZNYCH (PV)

2.1. STROPODACHY ŻELBETOWE

Stropodachy żelbetowe zostały wykonane różnych technologiach:

- płyty filigran i monolityczne oparte na belkach i podciągach żelbetowych,
- płyta żelbetowa monolityczna w formie stropu płytowego z pogrubieniami nad słupami.

Materiały:

- beton: C30/35 i C25/30
- stal zbrojeniowa A-IIIN

Szczegółowa analiza stropów żelbetowych została przedstawiona w opracowaniu:

KONCEPCJA WYKONANIA INSTALACJI FOTOWOLTAIKI NA BUDYNKU CEUE PRZY UL.
TOWAROWEJ 55 W POZNANIU.

Zgodnie z tym opracowanie stropodachy żelbetowe można obciążyć dodatkowym obciążeniem instalacją fotowoltaiczną o ciężarze $0,40 \text{ kN/m}^2$ (40 kg/m^2).

2.2. STROPODACHY STALOWE

Na części stropodachów zastosowano konstrukcję stalową. Instalację fotowoltaiczną (PV) przewiduje się na dwóch obszarach z dachami stalowymi:

A) Dach stalowy w osiach 5-8/H1-K

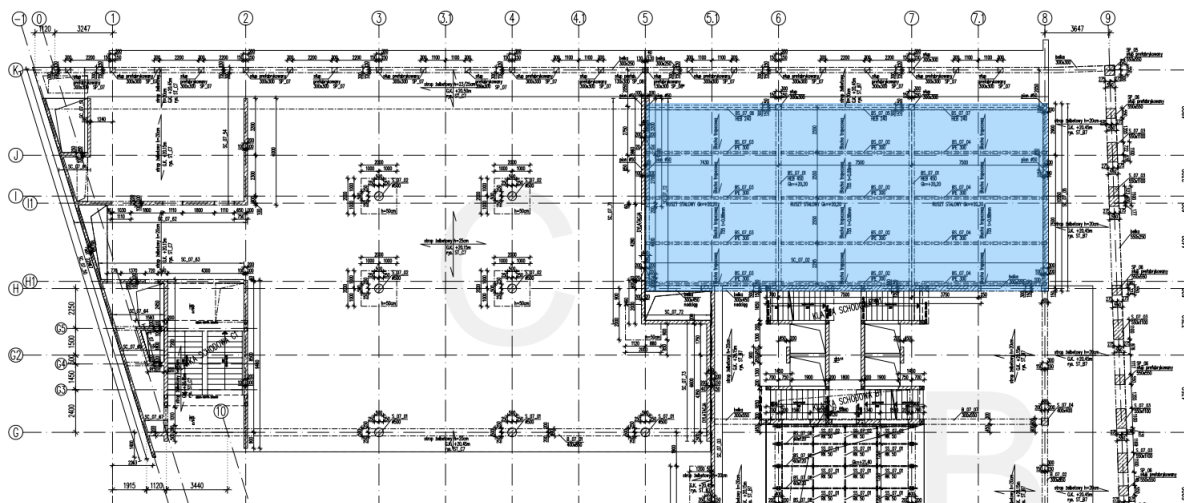
Konstrukcję stalową zlokalizowano w północnej części segmentu B w postaci lekkiego przekrycia dachowego z blachy trapezowej T55 gr. 0,88 mm układanej na ruszcie z profili dwuteowych HEB 450 / HEB 240 oraz IPE 300 ze stali S235JR opieranych na ścianach i słupach żelbetowych

B) Dach stalowy nad wentylatorownią 3.1-5.1/G-H

Przekrycie wentylatorowni wykonano z blachy trapezowej T60 gr. 1,00 mm układanej na wolnopodpartych dźwigarach stalowych z profili IPE 300 ze stali S235JR opartymi na wieńcu ścian pomieszczenia.

Zgodnie z poniższymi obliczeniami stwierdza się, że konstrukcję można obciążyć dodatkowym obciążeniem instalacją fotowoltaiczną o ciężarze max $0,15 \text{ kN/m}^2$ (15 kg/m^2).

Dach stalowy w osiach 5-8/H1-K



Obciążenia

Obciążenia od projektowanej instalacji PV

- przyjęto obciążenie max: 0,15kN/m² (średnie obciążenie równomiernie rozłożone na dachu),
- przyjęto instalację PV bez balastów, mocowaną do pokrycie na system klejony.

Obciążenia istniejące przyjęto wg opracowania „KONCEPCJA WYKONANIA INSTALACJI FOTOWOLTAIKI NA BUDYNKU CEUE PRZY UL. TOWAROWEJ 55 W POZNANIU” autor EKSPERIS

Obciążenia stałe + instalacje

Tab. 3 Zestawienie obciążeń na strzodachu stalowym

L.P	Pozycja	Wartość charakterystyczna kN/m ²
1	2	3
STAŁE		
1	Papa Vedatect Euroflex PYE PV 250 s5	0,06
2	Papa Vedatop SU	0,04
3	Styropian EPS 100-036 (15-45 cm) średnia grubość 30 cm	0,14
4	Folia paroizolacyjna PE	0,01
5	Blacha trapezowa T55 gr. 0,88 mm	0,09
7	Sufit podwieszony	0,35
SUMA		0,68
UŻYTKOWE		
1	Podwieszone instalacje elektryczne i wentylacyjne	0,60

Obciążenia śniegiem

4.1.5. Obciążenie przy odgrodzonych strefach instalacji

Maksymalne obciążenie dachu przy przeszkodzie (segment A, przeszkoda $h=2,5$ m):

- Długość zaspy:
 $l_s = 2 \cdot h = 2 \cdot 2,5 = 5,0 \text{ m} < 5 \text{ m} \quad l_s = 5 \text{ m}$
- Współczynnik kształtu dachu:
 $\mu_2 = \gamma \cdot h / s_k = 2 \cdot 2,5 / 0,900 = 5,56 > 2 \quad \mu_2 = 2,0$
- Obciążenie charakterystyczne:
 $s = \mu_2 \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 2,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,900 = \mathbf{1,800 \text{ kN/m}^2}$

Maksymalne obciążenie dachu przy przeszkodzie (segment B i C, przeszkoda $h=3,3$ m):

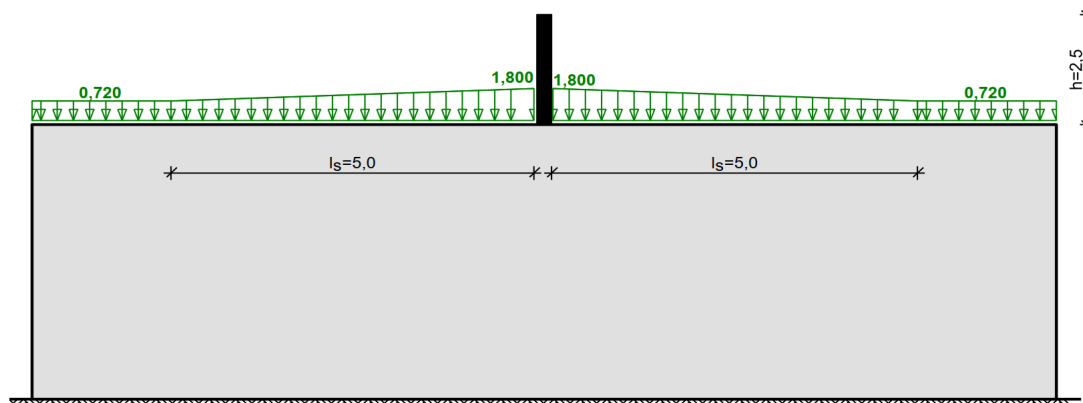
- Długość zaspy:

$$l_s = 2 \cdot h = 2 \cdot 3,3 = 6,6 \text{ m} > 5 \text{ m} \quad l_s = 6,6 \text{ m}$$

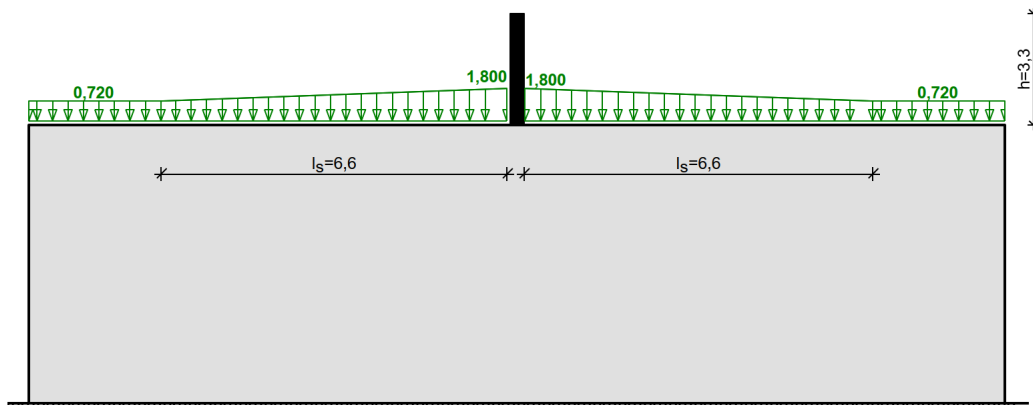
- Współczynnik kształtu dachu:
 $\mu_2 = \gamma \cdot h / s_k = 2 \cdot 3,3 / 0,900 = 7,33 > 2 \quad \mu_2 = 2,0$
- Obciążenie charakterystyczne:
 $s = \mu_2 \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 2,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,900 = 1,800 \text{ kN/m}^2$

Minimalne obciążenie równomierne dachu quasi-poziołego:

- Współczynnik kształtu dachu quasi-poziołego:
 $\mu_1 = 0,8$
- Obciążenie charakterystyczne:
 $s = \mu_1 \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,900 = 0,720 \text{ kN/m}^2$



Rys. 13 Segment A - Wartości charakterystyczne obciążenia dachu śniegiem przy przeszkodzie



Rys. 14 Segmenty B i C - Wartości charakterystyczne obciążenia dachu śniegiem przy przeszkodzie

Blacha dachowa.

	UE DACH STALOWY	19.03.23 15:11 ver. 7.5.3
---	------------------------	------------------------------

Dane wejściowe:

T55P S320 t = 0,88 mm

Układ blachy: POZYTYW

WYMIARY [mm]

$L_1 = 2300$ $L_2 = 2550$

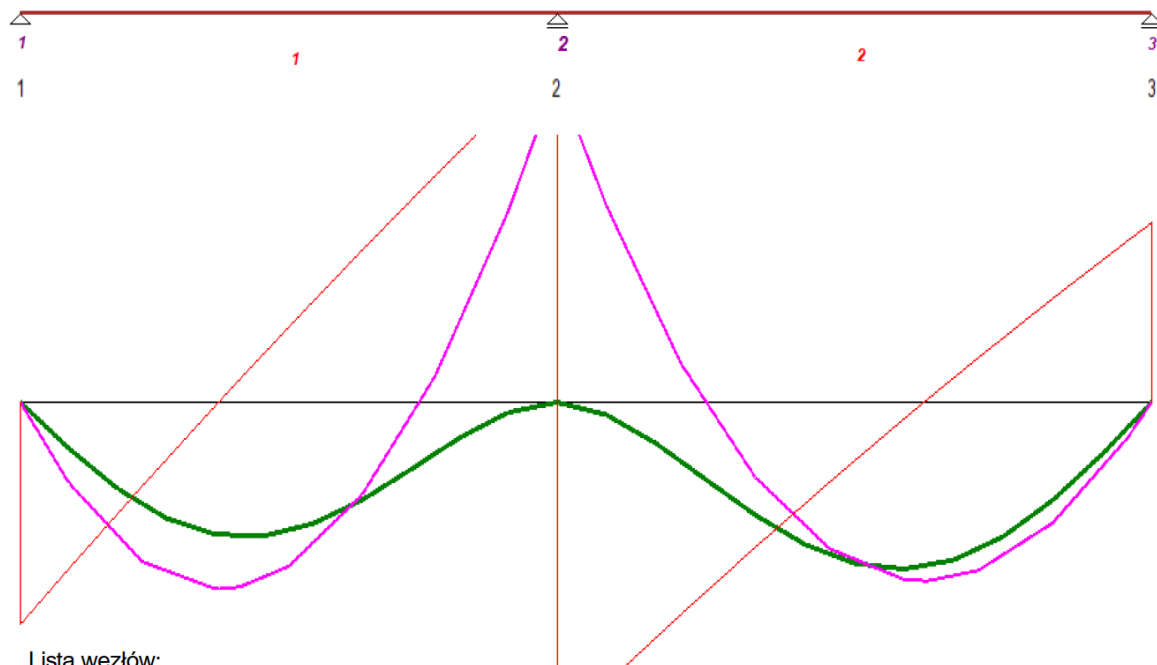
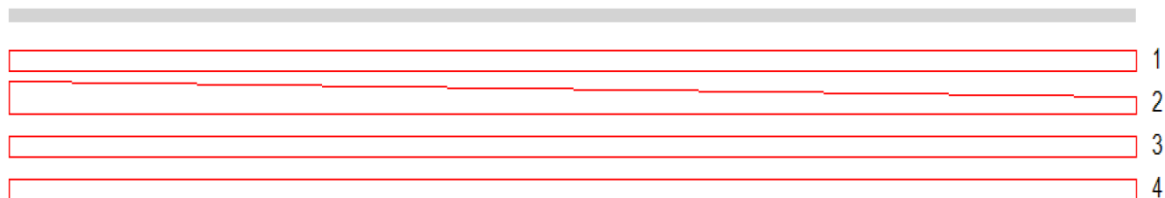
Długość układu = 4850

Szerokość podpory wewnętrznej = 150

MOMENT BEZWŁADNOŚCI [cm⁴/m] $J_y = 36,14$

OBCIĄŻENIA (Do zadanych obciążeń dodano ciężar własny blachy ze współczynnikiem 1,15)

	q_a [kN/m ²]	q_b [kN/m ²]	a [mm]	b [mm]	γ_f
1	0,59	0,59	0	4850	1,35
2	1,80	0,72	0	4850	1,50
3	0,60	0,60	0	4850	1,35
4	0,15	0,15	0	4850	1,00



Lista węzłów:

węzeł:	1	2	3
x =	0	2300	4850
Kod	Podp	Podp	Podp



UE DACH STALOWY

19.03.23 15:11
ver. 7.5.3

Wykorzystanie nośności

- 1 : (6.13) $R_{Ed} / R_{Rd} = 3,76 / 9,20 = 40,9\%$
 2 : (6.13) $R_{Ed} / R_{Rd} = 11,42 / 44,18 = 25,9\%$
 2 : (6.7) $|M_{Ed}| / M_{Rd} = 2,76 / 4,09 = 67,4\%$
 2 : (6.28c) $(|M_{Ed}| / M_{Rd} + R_{Ed} / R_{Rd}) / 1.25 = (2,76 / 4,09 + 11,42 / 44,18) / 1.25 = 74,6\%$
 3 : (6.13) $R_{Ed} / R_{Rd} = 3,04 / 9,20 = 33,0\%$
 1 - 2 (6.7) $M_{Ed} / M_{Rd} = 1,58 / 3,86 = 40,9\%$
 2 - 3 (6.7) $M_{Ed} / M_{Rd} = 1,51 / 3,86 = 39,1\%$

Krytyczne wykorzystanie nośności: 74,6 %

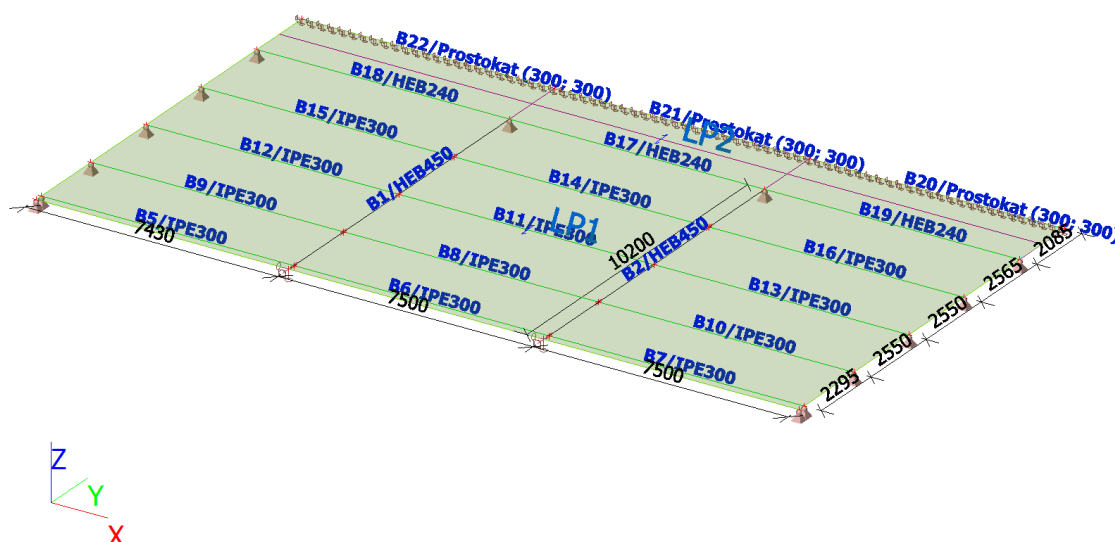
Ugięcia

- 1 - 2 max: 5,9 mm min: 0,0 mm
 2 - 3 max: 7,3 mm min: 0,0 mm
 Max. ugięcie względne L/347

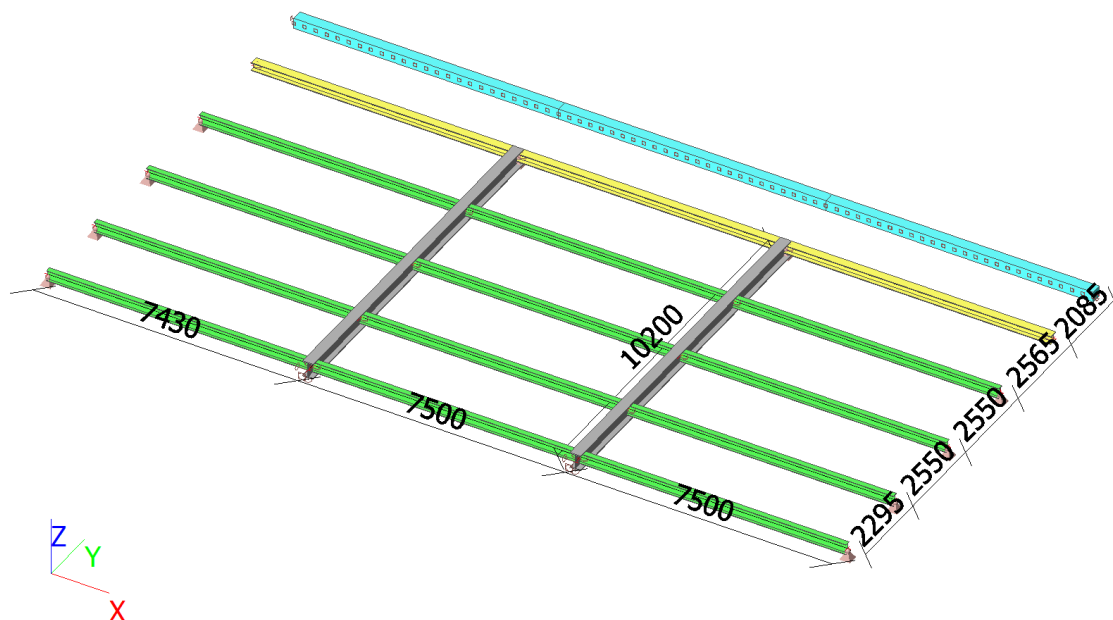
Obliczenia zgodne z PN-EN 1993-1-3: Sierpień 2008

Konstrukcja stalowa

Numeracja

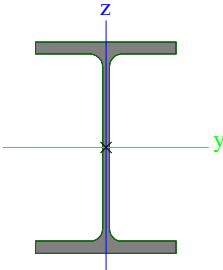



Analizowany model

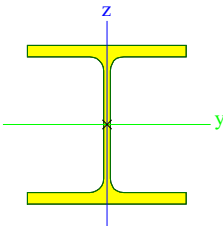



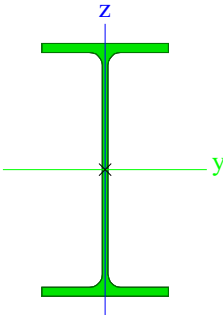

Przekroje poprzeczne

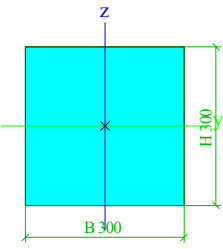
CS1		
Typ	HEB450	
Kod kształtu	1 - Dwuteownik	
Typ kształtu	Cienkościenny	
Pozycja materiału	S 235	
Produkcja	walcowany	
Kolor	■	
Wyboczenie giętnie y-y, Wyboczenie giętnie z-z	a	b
A [m ²]	2,1800e-02	
A _y [m ²], A _z [m ²]	1,3918e-02	6,1391

		e-03
A_L [m ² /m], A_D [m ² /m]	2,0300e+00	2,0254 e+00
$c_{Y.UCS}$ [mm], $c_{Z.UCS}$ [mm]	150	225
α [deg]	0,00	
I_y [m ⁴], I_z [m ⁴]	7,9890e-04	1,1720 e-04
i_y [mm], i_z [mm]	191	73
$W_{el.y}$ [m ³], $W_{el.z}$ [m ³]	3,5510e-03	7,8140 e-04
$W_{pl.y}$ [m ³], $W_{pl.z}$ [m ³]	3,9820e-03	1,1980 e-03
$M_{pl.y,+}$ [Nm], $M_{pl.y,-}$ [Nm]	936373,06	936373 ,06
$M_{pl.z,+}$ [Nm], $M_{pl.z,-}$ [Nm]	281495,19	281495 ,19
d_y [mm], d_z [mm]	0	0
I_t [m ⁴], I_w [m ⁶]	4,5026e-06	5,1771 e-06
β_y [mm], β_z [mm]	0	0
Obrazek		
CS2		
Typ	HEB240	
Kod kształtu	1 - Dwuteownik	

Typ kształtu	Cienkościenny	
Pozycja materiału	S 235	
Produkcja	walcowany	
Kolor		
Wyboczenie giętnie y-y, Wyboczenie giętnie z-z	b	c
A [m ²]	1,0600e-02	
A _y [m ²], A _z [m ²]	7,3151e-03	2,3237 e-03
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	1,3800e+00	1,3838 e+00
c _{y,UCS} [mm], c _{z,UCS} [mm]	120	120
α [deg]	0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	1,1260e-04	3,9230 e-05
i _y [mm], i _z [mm]	103	61
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	9,3830e-04	3,2690 e-04
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	1,0530e-03	4,9840 e-04
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	247646,62	247646 ,62
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	117149,22	117149 ,22
d _y [mm], d _z [mm]	0	0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	1,0399e-06	4,7620 e-07

β_y [mm], β_z [mm]	0	0
Obrazek		
CS3		
Typ	IPE300	
Kod kształtu	1 - Dwuteownik	
Typ kształtu	Cienkościenny	
Pozycja materiału	S 235	
Produkcja	walcowany	
Kolor		
Wyboczenie giętne y-y, Wyboczenie giętne z-z	a	b
A [m ²]	5,3800e-03	
A _y [m ²], A _z [m ²]	2,9392e-03	2,0754 e-03
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	1,1599e+00	1,1599 e+00
c _{y,UCS} [mm], c _{z,UCS} [mm]	75	150
α [deg]	0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	8,3560e-05	6,0400 e-06
i _y [mm], i _z [mm]	125	34
W _{el.y} [m ³], W _{el.z} [m ³]	5,5700e-04	8,0500 e-05

$W_{pl.y}$ [m³], $W_{pl.z}$ [m³]	6,2800e-04	1,2500e-04
$M_{pl.y,+}$ [Nm], $M_{pl.y,-}$ [Nm]	147776,33	147776,33
$M_{pl.z,+}$ [Nm], $M_{pl.z,-}$ [Nm]	29434,01	29434,01
d_y [mm], d_z [mm]	0	0
I_t [m⁴], I_w [m⁶]	1,9855e-07	1,2425e-07
β_y [mm], β_z [mm]	0	0
Obrazek		
CS4		
Typ	Prostokąt	
Szczegółowy	300; 300	
Typ kształtu	Grubościenny	
Pozycja materiału	C25/30	
Produkcja	beton	
Kolor		
A [m²]	9,0000e-02	
A_y [m²], A_z [m²]	7,5000e-02	7,5000e-02
A_L [m²/m], A_D [m²/m]	1,2000e+00	1,2000e+00

$c_{y.UCS}$ [mm], $c_{z.UCS}$ [mm]	150	150
α [deg]	0,00	
I_y [m ⁴], I_z [m ⁴]	6,7500e-04	6,7500 e-04
i_y [mm], i_z [mm]	87	87
$W_{el.y}$ [m ³], $W_{el.z}$ [m ³]	4,5000e-03	4,5000 e-03
$W_{pl.y}$ [m ³], $W_{pl.z}$ [m ³]	0,0000e+00	0,0000 e+00
$M_{pl.y.+}$ [Nm], $M_{pl.y.-}$ [Nm]	0,00	0,00
$M_{pl.z.+}$ [Nm], $M_{pl.z.-}$ [Nm]	0,00	0,00
d_y [mm], d_z [mm]	0	0
I_t [m ⁴], I_w [m ⁶]	1,1399e-03	0,0000 e+00
β_y [mm], β_z [mm]	0	0
Obrazek		


Objaśnienie symboli	
Kod kształtu	<h -="" wysokość<br=""></h> b - Szerokość pasa t - Grubość pasa s - Grubość środnika r - Promień przy narożu pasa r1 - Promień przy brzegu pasa


Objaśnienie symboli	
	a - Spadek pasa W - Wewnętrzny rozstaw śrub wm - Jednostkowe skręcanie skrępowane przy brzegu pasa
A	Powierzchnia
A_y	Powierzchnia ścinania w głównym kierunku y - Obliczone za pomocą analizy MES 2D
A_z	Powierzchnia ścinania w głównym kierunku z - Obliczone za pomocą analizy MES 2D
A_L	Obwód na jednostkę długości
A_D	Powierzchnia suszenia na jednostkę długości
$C_{Y,UCS}$	Współrzędne środka ciężkości w kierunku Y układu osi wprowadzania
$C_{Z,UCS}$	Współrzędne środka ciężkości w kierunku Z układu osi wprowadzania
$I_{Y,LCS}$	Geometryczny moment bezwładności powierzchni względem osi YLCS
$I_{Z,LCS}$	Geometryczny moment bezwładności powierzchni względem osi ZLCS
$I_{YZ,LCS}$	Moment mieszany w obszarze układu LCS
α	Kąt obrotu układu osi głównej
I_y	Geometryczny moment bezwładności powierzchni względem osi głównej y
I_z	Geometryczny moment bezwładności powierzchni względem osi głównej z
i_y	Promień bezwładności względem głównej osi y
i_z	Promień bezwładności względem głównej osi z
$W_{el.y}$	Sprężysty wskaźnik przekroju względem głównej osi y
$W_{el.z}$	Sprężysty wskaźnik przekroju względem głównej osi z
$W_{pl.y}$	Plastyczny wskaźnik przekroju względem głównej osi y
$W_{pl.z}$	Plastyczny wskaźnik przekroju względem głównej osi z
$M_{pl.y,+}$	Moment plastyczny względem głównej osi y dla dodatniego momentu M_y
$M_{pl.y,-}$	Moment plastyczny względem głównej osi y dla ujemnego momentu M_y
$M_{pl.z,+}$	Moment plastyczny względem głównej osi z dla dodatniego momentu M_z
$M_{pl.z,-}$	Moment plastyczny względem głównej osi z dla ujemnego momentu M_z
d_y	Współrzędne środka ścinania w głównym kierunku y mierzonym od środka

Objaśnienie symboli	
	ciężkości - Obliczone za pomocą analizy MES 2D
d_z	Współrzędne środka ścinania w głównym kierunku z mierzonym od środka ciężkości - Obliczone za pomocą analizy MES 2D
I_t	Stała skręcania - Obliczone za pomocą analizy MES 2D
I_w	Stała zwężenia - Obliczone za pomocą analizy MES 2D
β_y	Mono-symetria stała względem głównej osi y
β_z	Mono-symetria stała względem głównej osi z

Materiały

Stal wg EC3

Nazwa	ρ [kg/m ³]	E_{mod} [MPa]	μ	Granica dolna [mm]	Granica górną [mm]	F_y [MPa]	F_u [MPa]	Kolor
		G_{mod} [MPa]	α [m/mK]					
S 235	7850,00	2,1000e+05	0.3	0	40	235,0	360,0	
		8,0769e+04	0,01e-003	40	80	215,0	360,0	

Nazwa	Rodzaj	ρ [kg/m ³]	Gęstość w stanie świeżym [kg/m ³]	E_{mod} [MPa]	μ	α [m/mK]	$f_{c,k.28}$ [MPa]	Kolor
C25/30	Beton	2500,00	2600,00	3,1500e+04	0.2	0,01e-003	25,00	

Objaśnienie symboli	
Gęstość w stanie świeżym	Wartość właściwości gęstości w stanie świeżym jest używana tylko w przypadku wprowadzenia pomostu

Objaśnienie symboli	
	zespólnego i uwzględnienia jego obciążenia ciężarem własnym.

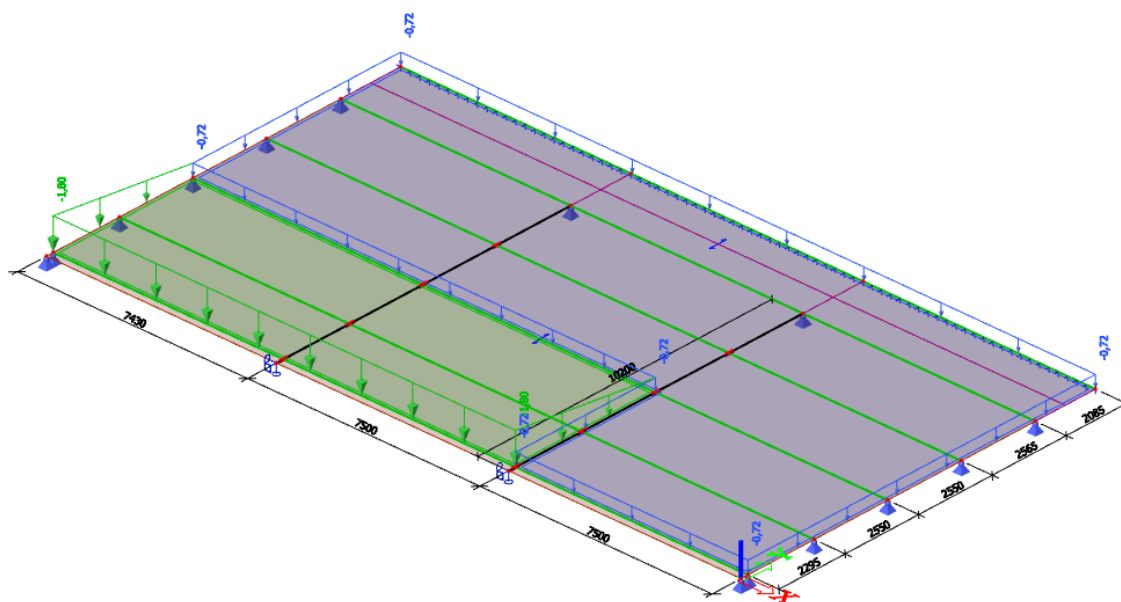
Przypadki obciążeń

Nazwa	Opis	Rodzaj działania	Grupa obciążeń	Kierunek	Główny przypadek obciążenia
	Spec	Rodzaj obciążenia			
LC1	Ciężar własny	Stały	LG1	-Z	
		Ciężar własny			
LC2	Pokrycie	Stały	LG2		
		Standard			

Nazwa	Opis	Rodzaj działania	Grupa obciążeń	Kierunek	Główny przypadek obciążenia
	Spec	Rodzaj obciążenia			
LC3	Instalacje	Stały	LG2		
		Standard			
LC4	Śnieg	Zmienny	Śnieg		Żadny
	Śnieg	Statyczny			
LC5	Instalacja PV	Stały	LG2		

Nazwa	Opis	Rodzaj działania	Grupa obciążeń	Kierunek	Główny przypadek obciążenia
	Spec	Rodzaj obciążenia			
		Standard			

LC4



Pręty

Nazwa	Przekrój poprzeczny	Materiał	Długość [m]	Węzeł początkowy	Węzeł końcowy	Typ
B1	CS1 - HEB450	S 235	10,200	N1	N2	belka (80)
B2	CS1 - HEB450	S 235	10,200	N4	N3	belka (80)
B5	CS3 - IPE300	S 235	7,430	N11	N9	belka (80)
B6	CS3 - IPE300	S 235	7,500	N9	N10	belka (80)
B7	CS3 - IPE300	S 235	7,500	N10	N12	belka (80)
B8	CS3 - IPE300	S 235	7,500	N13	N14	belka (80)
B9	CS3 - IPE300	S 235	7,430	N15	N13	belka (80)
B10	CS3 - IPE300	S 235	7,500	N14	N16	belka (80)
B11	CS3 - IPE300	S 235	7,500	N17	N18	belka (80)
B12	CS3 - IPE300	S 235	7,430	N19	N17	belka (80)
B13	CS3 - IPE300	S 235	7,500	N18	N20	belka (80)
B14	CS3 - IPE300	S 235	7,500	N21	N22	belka (80)
B15	CS3 - IPE300	S 235	7,430	N23	N21	belka (80)
B16	CS3 - IPE300	S 235	7,500	N22	N24	belka (80)
B17	CS2 - HEB240	S 235	7,500	N25	N26	belka (80)
B18	CS2 - HEB240	S 235	7,430	N27	N25	belka (80)
B19	CS2 - HEB240	S 235	7,500	N26	N28	belka (80)
B20	CS4 - Prostokąt (300; 300)	C25/30	7,500	N29	N30	belka (80)
B21	CS4 - Prostokąt (300; 300)	C25/30	7,500	N31	N29	belka (80)
B22	CS4 - Prostokąt (300; 300)	C25/30	7,430	N32	N31	belka (80)

Panele obciążeń

Nazwa	Typ panelu	Kierunek przekazania obciążenia	Wybór obiektów
LP1	Do krawędzi paneli i belek	Y (LUW panela)	Automatyczny wybór
LP2	Do krawędzi paneli i belek	Y (LUW panela)	Automatyczny wybór

Objaśnienie symboli	
Wybór obiektów	<p>Wszystkie: zaznacza wszystkie krawędzie i belki podpierające panel w tym samym miejscu.</p> <p>Automatyczny wybór: w przypadkach, w który co najmniej dwa elementy podpierające zachodzą na siebie, zaznaczenie pomija krawędzie należące do elementów powierzchniowych leżących na tej samej płaszczyźnie co panel.</p> <p>Wybór użytkownika: wymaga ręcznego zaznaczenia krawędzi i belek podpierających (za pomocą przycisku Działanie).</p> <p>Według typu: tylko pręty belkowe typów wybranych na liście są uwzględniane jako elementy podpierające.</p>

Dowolne obciążenie powierzchniowe

Nazwa	Przypadek obciążeń	Kier	Typ	Rozdzielenie	q1 [kN/m ²]	q2 [kN/m ²]	Współ.1 [-]
							Współ.2 [-]
							Współ.3 [-]
FF1	LC4 - Śnieg	Z	Śnieg	Równomierny	-0,72		-0,800
FF2	LC4 - Śnieg	Z		Kierunek Y	-1,80	-0,72	

Obciążenie powierzchniowe

Nazwa	Kier	Typ	Wartość [kN/m ²]	Przypadek obciążeń	System	Poł
SF1	Z	Siła	-0,68	LC2 - Pokrycie	LUW	Długość
SF2	Z	Siła	-5,68	LC2 - Pokrycie	LUW	Długość

Nazwa	Kier	Typ	Wartość [kN/m ²]	Przypadek obciążeń	System	Poł
						ość
SF3	Z	Siła	-0,60	LC3 - Instalacje	LUW	Dług ość
SF4	Z	Siła	-0,60	LC3 - Instalacje	LUW	Dług ość
SF5	Z	Siła	-0,15	LC5 - Instalacja PV	LUW	Dług ość
SF6	Z	Siła	-0,15	LC5 - Instalacja PV	LUW	Dług ość

EC-EN 1993 Sprawdzenie stali SGN; Sprawdzenie całkowite

Wartości: **UC_{Overall}**

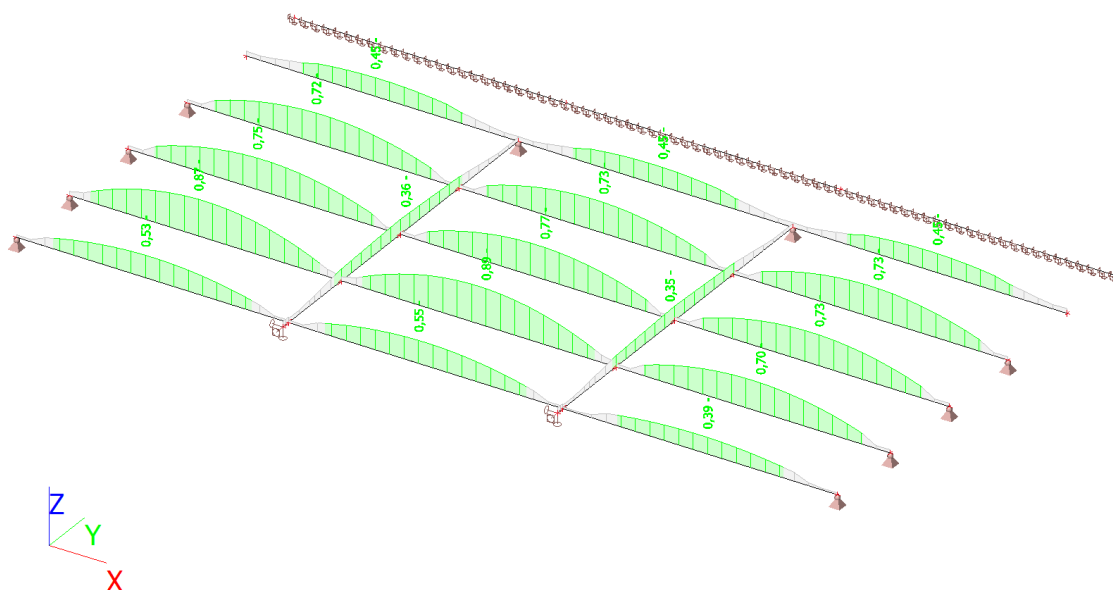
Obliczenie liniowe

Kombinacja: SGN-Zestaw B (automatyczne)

Układ współrzędnych: Główny

Ekstremum 1D: Pręt

Wybór: Wszystkie



EC-EN 1993 Sprawdzenie stali SGN

Obliczenie liniowe

Kombinacja: SGN-Zestaw B (automatyczne)

Układ współrzędnych: Główny

Ekstremum 1D: Przekrój poprzeczny

Wybór: Wszystkie

Sprawdzenie wg normy EN 1993-1-1

Załącznik krajowy: Polski NA PN-EN

Pręt B1	5,085 / 10,200	HEB45	S 235	SGN-Zestaw B	0,36 -
	m	0		(automatyczne)	

Klucz do kombinacji

SGN-Zestaw B (automatyczne) / $1.15 \cdot LC1 + 1.15 \cdot LC2 + 1.15 \cdot LC3 + 1.50 \cdot LC4 + 1.15 \cdot LC5$

Częściowe współczynniki bezpieczeństwa

γ_{M0} przy sprawdzaniu nośności przekrojów poprzecznych	1,00
γ_{M1} przy sprawdzaniu stateczności	1,00
γ_{M2} przy sprawdzaniu nośności przekrojów netto	1,10

Materiał

Granica plastyczności	f_y	235,0	MPa
Wytrzymałość	f_u	360,0	MPa
Produkcja		Walcowany	

::SPRAWDZENIE PRZEKROJU::

Sprawdzenie krytyczne jest w miejscu 5,085 m

Siły wewnętrzne		Obliczony	Jednostka
		y	
Siła podłużna	N_{Ed}	0,00	kN
Siła ścinająca	$V_{y,Ed}$	0,00	kN
Siła ścinająca	$V_{z,Ed}$	-32,76	kN
Skręcanie	T_{Ed}	0,00	kNm
Moment zginający	$M_{y,E}$	335,22	kNm
Moment zginający	$M_{z,E}$	0,00	kNm

Klasyfikacja projektu przekroju

Klasyfikacja zgodnie z EN 1993-1-1 pkt 5.5.2

Klasyfikacja części wewnętrznych i zewnętrznych zgodnie z EN 1993-1-1 (tabela 5.2, arkusze 1 i 2)

Id	Typ	c [mm]	t [mm]	σ_1 [kN/m ²]	σ_2 [kN/m ²]	Ψ [-]	k_σ [-]	α [-]	c/t [-]	Limit klasy 1 [-]	Limit klasy 2 [-]	Limit klasy 3 [-]	Klasa
1	SO	116	26	-	-								

Id	Typ	c [mm]	t [mm]	σ_1 [kN/m ²]	σ_2 [kN/m ²]	Ψ [-]	k_σ [-]	α [-]	c/t [-]	Limit klasy 1 [-]	Limit klasy 2 [-]	Limit klasy 3 [-]	Klasa
				88946,65 0	88946,65 0								
3	SO	116	26	- 88946,65 0	- 88946,65 0								
4	I	344	14	- 72164,26 4	72164,26 4	-1,0		0,5	24, 6	72,0	83,0	124,0	1
5	SO	116	26	88946,65 0	88946,65 0	1,0	0,4	1,0	4,5	9,0	10,0	14,0	1
7	SO	116	26	88946,65 0	88946,65 0	1,0	0,4	1,0	4,5	9,0	10,0	14,0	1

Uwaga : Limity klasyfikacji zostały określone zgodnie z Semi-Comp+.

Przekrój poprzeczny został zaklasyfikowany jako klasa 1

Sprawdzenie momentu zginającego — M_y

Zgodnie z EN 1993-1-1, punkt 6.2.5 i wzorem (6.12),(6.13)

Plastyczny wskaźnik przekroju	$W_{pl,y}$	3,9820e- 03	m ³
Plastyczny moment zginający	$M_{pl,y,Rd}$	935,77	kN m
Sprawdzenie całkowite		0,36	-

Sprawdzenie ścinania — V_z

Zgodnie z EN 1993-1-1, punkt 6.2.6 i wzorem (6.17)

Współczynnik korekcyjny dla ścinania	η	1,20	
Powierzchnia ścinania	A_v	7,9680e- 03	m ²
Plastyczna nośność na ścinanie — V_z	$V_{pl,z,Rd}$	1081,08	kN
Sprawdzenie całkowite		0,03	-

Pręt spełnia warunki sprawdzenia przekroju.

::SPRAWDZENIE STATECZNOŚCI::

Klasyfikacja projektu wyboczenia elementu

Decydujące położenie dla klasyfikacji stabilności: 5,085 m

Decydujący współczynnik wykorzystania η : 0,36

Klasyfikacja zgodnie z EN 1993-1-1 pkt 5.5.2

Klasyfikacja części wewnętrznych i zewnętrznych zgodnie z EN 1993-1-1 (tabela 5.2, arkusze 1 i 2)

Id	Typ	c [mm]	t [mm]	σ_1 [kN/m ²]	σ_2 [kN/m ²]	Ψ [-]	k_σ [-]	α [-]	c/t [-]	Limit klasy 1 [-]	Limit klasy 2 [-]	Limit klasy 3 [-]	Klasa
1	SO	116	26	- 88946,65 0	- 88946,65 0								
3	SO	116	26	- 88946,65 0	- 88946,65 0								
4	I	344	14	- 72164,26 4	72164,26 4	-1,0		0,5	24, 6	72,0	83,0	124,0	1
5	SO	116	26	88946,65 0	88946,65 0	1,0	0,4	1,0	4,5	9,0	10,0	14,0	1
7	SO	116	26	88946,65 0	88946,65 0	1,0	0,4	1,0	4,5	9,0	10,0	14,0	1

Uwaga : Limity klasyfikacji zostały określone zgodnie z Semi-Comp+.

Przekrój poprzeczny został zaklasyfikowany jako klasa 1

Uwaga : Decydująca pozycja klasyfikacji stateczności jest oparta na współczynniku wykorzystania η zgodnie z Semi-Comp+.

Sprawdzenie zwichrzenia

Zgodnie z EN 1993-1-1, punkt 6.3.2.1 & 6.3.2.3 i wzorem (6.54)

Parametry zwichrzenia				
metoda	dla	krzywej		Przypadek
wyboczenia				alternatywny

Parametry zwichrzenia				
Plastyczny przekroju	wskaźnik	$W_{pl,y}$	3,9820e-03	m^3
Sprężysty krytyczny	moment	M_{cr}	10003,55	kN m
Smukłość względna		$\lambda_{rel,LT}$	0,31	
Smukłość graniczna		$\lambda_{rel,LT,0}$	0,40	

Uwaga : Smukłość lub moment zginający jest taka, że wpływy zwichrzenia można zignorować zgodnie z EN 1993-1-1 pkt 6.3.2.2(4).

Parametry M_{cr}			
Długość zwichrzenia	l_{LT}	2,550	m
Wpływ pozycji obciążenia		brak wpływu	
Współczynnik korekcyjny	k	1,00	
Współczynnik korekcyjny	k_w	1,00	
NEN – współczynnik momentu	C_1	1,15	
NEN – współczynnik momentu	C_2	0,00	
NEN – współczynnik momentu	C_3	1,00	
Odległość od środka ścinania	d_z	0	mm
Odległość przyłożenia obciążenia	z_g	0	mm
Mono-symetria stała	β_y	0	mm
Mono-symetria stała	z_j	0	mm

Uwaga : Parametry C są określone zgodnie z ECCS 119 2006 / Galea 2002

Sprawdzenie wyboczenia przy ścinaniu

Zgodnie z EN 1993-1-5, punkt 5 & 7.1 i wzorem (5.10) & (7.1)

Parametry wyboczenia przy ścinaniu			
Długość pola wyboczenia	a	10,200	m
Środek		nieuźebrowane	
Wysokość środka	h_w	398	mm
Grubość środka	t	14	mm
Współczynnik materiału	ϵ	1,00	
Współczynnik korekcyjny dla ścinania	η	1,20	

Weryfikacja wybożenia przy ścinaniu		
Smukłość środka	h_w/t	28,43
Limit smukłości środków		60,00

Uwaga : Smukłość środka umożliwia pomijanie wpływów wybożenia przy ścinaniu zgodnie z EN 1993-1-5 pkt 5.1(2).

Pręt spełnia warunki sprawdzenia stateczności.

Sprawdzenie wg normy EN 1993-1-1

Załącznik krajowy: Polski NA PN-EN

Pręt B8	3,947 / 7,500 m	IPE300	S 235	SGN-Zestaw B (automatyczne)	0,89 -
----------------	------------------------	---------------	--------------	------------------------------------	---------------

Klucz do kombinacji
SGN-Zestaw B (automatyczne) / $1.15 \cdot LC1 + 1.15 \cdot LC2 + 1.15 \cdot LC3 + 1.50 \cdot LC4 + 1.15 \cdot LC5$

Częściowe współczynniki bezpieczeństwa	
γ_{M0} przy sprawdzaniu nośności przekrojów poprzecznych	1,00
γ_{M1} przy sprawdzaniu stateczności	1,00
γ_{M2} przy sprawdzaniu nośności przekrojów netto	1,10

Materiał			
Granica plastyczności	f_y	235,0	MPa
Wytrzymałość	f_u	360,0	MPa
Produkcja		Walcowany	

::SPRAWDZENIE PRZEKROJU::

Sprawdzenie krytyczne jest w miejscu 3,947 m

Siły wewnętrzne		Obliczony	Jednostka
Siła podłużna	N_{Ed}	0,00	kN
Siła ścinająca	$V_{y,Ed}$	0,00	kN
Siła ścinająca	$V_{z,Ed}$	-1,79	kN
Skręcanie	T_{Ed}	0,00	kNm
Moment zginający	$M_{y,E}$ d	63,47	kNm
Moment zginający	$M_{z,E}$ d	0,00	kNm

Klasyfikacja projektu przekroju

Klasyfikacja zgodnie z EN 1993-1-1 pkt 5.5.2

Klasyfikacja części wewnętrznych i zewnętrznych zgodnie z EN 1993-1-1 (tabela 5.2, arkusze 1 i 2)

Id	Typ	c [mm]	t [mm]	σ_1 [kN/m ²]	σ_2 [kN/m ²]	Ψ [-]	k_G [-]	α [-]	c/t [-]	Limit klasy 1 [-]	Limit klasy 2 [-]	Limit klasy 3 [-]	Klasa
1	SO	56	11	- 109853,0 16	- 109853,0 16								
3	SO	56	11	- 109853,0 16	- 109853,0 16								
4	I	249	7	- 94398,40 9	94398,40 9	-1,0		0,5	35,0	72,0	83,0	124,0	1
5	SO	56	11	109853,0 16	109853,0 16	1,0	0,4	1,0	5,3	9,0	10,0	14,0	1
7	SO	56	11	109853,0 16	109853,0 16	1,0	0,4	1,0	5,3	9,0	10,0	14,0	1

Uwaga : Limity klasyfikacji zostały określone zgodnie z Semi-Comp+.

Przekrój poprzeczny został zaklasyfikowany jako klasa 1

Sprawdzenie momentu zginającego — M_y

Zgodnie z EN 1993-1-1, punkt 6.2.5 i wzorem (6.12),(6.13)

Plastyczny wskaźnik przekroju	$W_{pl,y}$	6,2800e-04	m^3
Plastyczny moment zginający	$M_{pl,y,R}$ d	147,58	kN m
Sprawdzenie całkowite		0,43	-

Sprawdzenie ścinania — V_z

Zgodnie z EN 1993-1-1, punkt 6.2.6 i wzorem (6.17)

Współczynnik korekcyjny dla ścinania	η	1,20	
Powierzchnia ścinania	A_v	2,5670e-03	m^2
Plastyczna nośność na ścinanie — V_z	$V_{pl,z,R}$ d	348,28	kN
Sprawdzenie całkowite		0,01	-

Sprawdzenie skręcania

Zgodnie z EN 1993-1-1, punkt 6.2.7 i wzorem (6.23)

Indeks włókna	Włókn o	6	
Całkowity moment skręcający	τ_{Ed}	0,0	MP a
Sprężysta nośność na ścinanie	τ_{Rd}	135,7	MP a
Sprawdzenie całkowite		0,00	-

Uwaga : Wynik jednostkowego sprawdzenia dla skręcania jest niższy niż wartość graniczna 0,05. Skręcenie jest więc uznawane za nieistotne i jest ignorowane podczas sprawdzania złożonego.

Pręt spełnia warunki sprawdzenia przekroju.

::SPRAWDZENIE STATECZNOŚCI::

Klasyfikacja projektu wyboczenia elementu

Decydujące położenie dla klasyfikacji stabilności: 3,947 m

Decydujący współczynnik wykorzystania η : 0,43

Klasyfikacja zgodnie z EN 1993-1-1 pkt 5.5.2

Klasyfikacja części wewnętrznych i zewnętrznych zgodnie z EN 1993-1-1 (tabela 5.2, arkusze 1 i 2)

Id	Typ	c [mm]	t [mm]	σ_1 [kN/m ²]	σ_2 [kN/m ²]	Ψ [-]	k_σ [-]	α [-]	c/t [-]	Limit klasy 1 [-]	Limit klasy 2 [-]	Limit klasy 3 [-]	Klasa
1	SO	56	11	- 109853,0 16	- 109853,0 16								
3	SO	56	11	- 109853,0 16	- 109853,0 16								
4	I	249	7	- 94398,40 9	94398,40 9	-1,0		0,5	35, 0	72,0	83,0	124,0	1
5	SO	56	11	109853,0 16	109853,0 16	1,0	0,4	1,0	5,3	9,0	10,0	14,0	1
7	SO	56	11	109853,0 16	109853,0 16	1,0	0,4	1,0	5,3	9,0	10,0	14,0	1

Uwaga : Limity klasyfikacji zostały określone zgodnie z Semi-Comp+.

Przekrój poprzeczny został zaklasyfikowany jako klasa 1

Uwaga : Decydująca pozycja klasyfikacji stateczności jest oparta na współczynniku wykorzystania η zgodnie z Semi-Comp+.

Sprawdzenie zwiczenia

Zgodnie z EN 1993-1-1, punkt 6.3.2.1 & 6.3.2.3 i wzorem (6.54)

Parametry zwiczenia				
metoda dla krzywej wyboczenia		Przypadek alternatywny		
Plastyczny wskaźnik przekroju	$W_{pl,y}$	6,2800e-04		m ³
Sprężysty moment krytyczny	M_{cr}	76,34		kN m
Smukłość względna	$\lambda_{rel,LT}$	1,39		
Smukłość graniczna	$\lambda_{rel,LT,0}$	0,40		

Parametry zwichrzenia			
Krzywa zwichrzenia		b	
Imperfekcje	α_{LT}	0,34	
Współczynnik zwichrzenia	β	0,75	
Współczynnik zmniejszający	χ_{LT}	0,48	
Współczynnik korekcyjny	k_c	0,94	
Współczynnik korekcyjny	f	0,99	
Zmodyfikowany współczynnik redukcyjny	$\chi_{LT,mod}$	0,48	
Obliczeniowa nośność wyboczeniowa	$M_{b,Rd}$	71,09	kN m
Sprawdzenie całkowite		0,89	-

Parametry Mcr			
Długość zwichrzenia	l_{LT}	7,500	m
Wpływ pozycji obciążenia		brak wpływu	
Współczynnik korekcyjny	k	1,00	
Współczynnik korekcyjny	k_w	1,00	
NEN – współczynnik momentu	C_1	1,13	
NEN – współczynnik momentu	C_2	0,45	
NEN – współczynnik momentu	C_3	0,53	
Odległość od środka ścinania	d_z	0	m m
Odległość przyłożenia obciążenia	z_g	0	m m
Mono-symetria stała	β_y	0	m m
Mono-symetria stała	z_j	0	m m

Uwaga : Parametry C są określone zgodnie z ECCS 119 2006 / Galea 2002

Uwaga : Współczynnik korekcji k_c jest wyznaczany z C_1 .

Sprawdzenie wyboczenia przy ścinaniu

Zgodnie z EN 1993-1-5, punkt 5 & 7.1 i wzorem (5.10) & (7.1)

Parametry wyboczenia przy ścinaniu				
Długość pola wyboczenia	a	7,500	m	
Środek		nieuźebrowane		
Wysokość środka	h_w	279	m	
Grubość środka	t	7	m	
Współczynnik materiału	ϵ	1,00		
Współczynnik korekcyjny dla ścinania	η	1,20		

Weryfikacja wyboczenia przy ścinaniu		
Smukłość środka	h_w/t	39,24
Limit smukłości środka		60,00

Uwaga : Smukłość środka umożliwia pomijanie wpływów wyboczenia przy ścinaniu zgodnie z EN 1993-1-5 pkt 5.1(2).

Pręt spełnia warunki sprawdzenia stateczności.

Sprawdzenie wg normy EN 1993-1-1

Załącznik krajowy: Polski NA PN-EN

Pręt B19	3,947 / 7,500 m	HEB240	S 235	SGN-Zestaw B (automatyczne)	0,45 -
-----------------	------------------------	---------------	--------------	------------------------------------	---------------

Klucz do kombinacji
SGN-Zestaw B (automatyczne) / $1.35 \cdot LC1 + 1.35 \cdot LC2 + 1.35 \cdot LC3 + 0.75 \cdot LC4 + 1.35 \cdot LC5$

Częściowe współczynniki bezpieczeństwa	
γ_{M0} przy sprawdzaniu nośności przekrojów poprzecznych	1,0 0
γ_{M1} przy sprawdzaniu stateczności	1,0 0
γ_{M2} przy sprawdzaniu nośności przekrojów netto	1,1 0

Materiał			
Granica plastyczności	f_y	235,0	MPa
Wytrzymałość	f_u	360,0	MPa
Produkcja		Walcowane	

::SPRAWDZENIE PRZEKROJU::

Sprawdzenie krytyczne jest w miejscu 3,947 m

Siły wewnętrzne		Obliczony	Jednostka
		y	
Siła podłużna	N_{Ed}	0,00	kN
Siła ścinająca	$V_{y,Ed}$	0,00	kN
Siła ścinająca	$V_{z,Ed}$	-2,73	kN
Skręcanie	T_{Ed}	0,00	kNm
Moment zginający	$M_{y,E}$ d	97,39	kNm
Moment zginający	$M_{z,E}$ d	0,00	kNm

Klasyfikacja projektu przekroju

Klasyfikacja zgodnie z EN 1993-1-1 pkt 5.5.2

Klasyfikacja części wewnętrznych i zewnętrznych zgodnie z EN 1993-1-1 (tabela 5.2, arkusze 1 i 2)

Id	Typ	c [mm]	t [mm]	σ_1 [kN/m ²]	σ_2 [kN/m ²]	Ψ [-]	k_σ [-]	α [-]	c/t [-]	Limit klasy 1 [-]	Limit klasy 2 [-]	Limit klasy 3 [-]	Klasa
1	SO	94	17	- 96430,84 1	- 96430,84 1								
3	SO	94	17	- 96430,84 1	- 96430,84 1								
4	I	164	10	- 70917,74 8	70917,74 8	-1,0		0,5	16, 4	72,0	83,0	124,0	1
5	SO	94	17	96430,84 1	96430,84 1	1,0	0,4	1,0	5,5	9,0	10,0	14,0	1
7	SO	94	17	96430,84 1	96430,84 1	1,0	0,4	1,0	5,5	9,0	10,0	14,0	1

Uwaga : Limity klasyfikacji zostały określone zgodnie z Semi-Comp+.

Przekrój poprzeczny został zaklasyfikowany jako klasa 1

Sprawdzenie momentu zginającego — M_y

Zgodnie z EN 1993-1-1, punkt 6.2.5 i wzorem (6.12),(6.13)

Plastyczny wskaźnik przekroju	$W_{pl,y}$	1,0530e-03	m ³
Plastyczny moment zginający	$M_{pl,y,Rd}$	247,45	kN m
Sprawdzenie całkowite		0,39	-

Sprawdzenie ścinania — V_z

Zgodnie z EN 1993-1-1, punkt 6.2.6 i wzorem (6.17)

Współczynnik korekcyjny dla ścinania	η	1,20	
Powierzchnia ścinania	A_v	3,3240e-03	m ²

Plastyczna nośność na ścinanie – V_z	$V_{pl,z,R}$ d	450,99	kN
Sprawdzenie całkowite		0,01	-

Pręt spełnia warunki sprawdzenia przekroju.

::SPRAWDZENIE STATECZNOŚCI::

Klasyfikacja projektu wyboczenia elementu

Decydujące położenie dla klasyfikacji stabilności: 3,947 m

Decydujący współczynnik wykorzystania η : 0,39

Klasyfikacja zgodnie z EN 1993-1-1 pkt 5.5.2

Klasyfikacja części wewnętrznych i zewnętrznych zgodnie z EN 1993-1-1 (tabela 5.2, arkusze 1 i 2)

Id	Typ	c [mm]	t [mm]	σ_1 [kN/m ²]	σ_2 [kN/m ²]	Ψ [-]	k_σ [-]	α [-]	c/t [-]	Limit klasy 1 [-]	Limit klasy 2 [-]	Limit klasy 3 [-]	Klasa
1	SO	94	17	- 96430,84 1	- 96430,84 1								
3	SO	94	17	- 96430,84 1	- 96430,84 1								
4	I	164	10	- 70917,74 8	70917,74 8	-1,0		0,5	16, 4	72,0	83,0	124,0	1
5	SO	94	17	96430,84 1	96430,84 1	1,0	0,4	1,0	5,5	9,0	10,0	14,0	1
7	SO	94	17	96430,84 1	96430,84 1	1,0	0,4	1,0	5,5	9,0	10,0	14,0	1

Uwaga : Limity klasyfikacji zostały określone zgodnie z Semi-Comp+.

Przekrój poprzeczny został zaklasyfikowany jako klasa 1

Uwaga : Decydująca pozycja klasyfikacji stateczności jest oparta na współczynniku wykorzystania η zgodnie z Semi-Comp+.

Sprawdzenie zwichrzenia

Zgodnie z EN 1993-1-1, punkt 6.3.2.1 & 6.3.2.3 i wzorem (6.54)

Parametry zwichrzenia				
metoda dla krzywej wyboczenia		Przypadek alternatywny		
Plastyczny wskaźnik przekroju	$W_{pl,y}$	1,0530e-03		m^3
Sprężysty moment krytyczny	M_{cr}	431,76		kN m
Smukłość względna	$\lambda_{rel,LT}$	0,76		
Smukłość graniczna	$\lambda_{rel,LT,0}$	0,40		
Krzywa zwichrzenia		b		
Imperfekcje	α_{LT}	0,34		
Współczynnik zwichrzenia	β	0,75		
Współczynnik zmniejszający	χ_{LT}	0,84		
Współczynnik korekcyjny	k_c	0,94		
Współczynnik korekcyjny	f	0,97		
Zmodyfikowany współczynnik redukcji	$\chi_{LT,mod}$	0,87		
Obliczeniowa nośność wyboczeniowa	$M_{b,Rd}$	214,13		kN m
Sprawdzenie całkowite		0,45		-

Parametry M_{cr}			
Długość zwichrzenia	l_{LT}	7,500	m
Wpływ pozycji obciążenia		brak wpływu	
Współczynnik korekcyjny	k	1,00	
Współczynnik korekcyjny	k_w	1,00	
NEN – współczynnik momentu	C_1	1,13	
NEN – współczynnik momentu	C_2	0,45	
NEN – współczynnik	C_3	0,53	

Parametry M _{cr}			
momentu			
Odległość od środka ścinania	d_z	0	m m
Odległość przyłożenia obciążenia	z_g	0	m m
Mono-symetria stała	β_y	0	m m
Mono-symetria stała	z_j	0	m m

Uwaga : Parametry C są określone zgodnie z ECCS 119 2006 / Galea 2002

Uwaga : Współczynnik korekcji k_c jest wyznaczany z C_1 .

Sprawdzenie wyboczenia przy ścinaniu

Zgodnie z EN 1993-1-5, punkt 5 & 7.1 i wzorem (5.10) & (7.1)

Parametry wyboczenia przy ścinaniu			
Długość pola wyboczenia	a	7,500	m
Środnik		nieuźebrowane	
Wysokość środnika	h_w	206	m m
Grubość środnika	t	10	m m
Współczynnik materiału	ϵ	1,00	
Współczynnik korekcyjny dla ścinania	η	1,20	

Weryfikacja wyboczenia przy ścinaniu		
Smukłość środnika	h_w/t	20,60
Limit smukłości		60,00

Weryfikacja	wybożenia	przy
ścinaniu		
środnika		

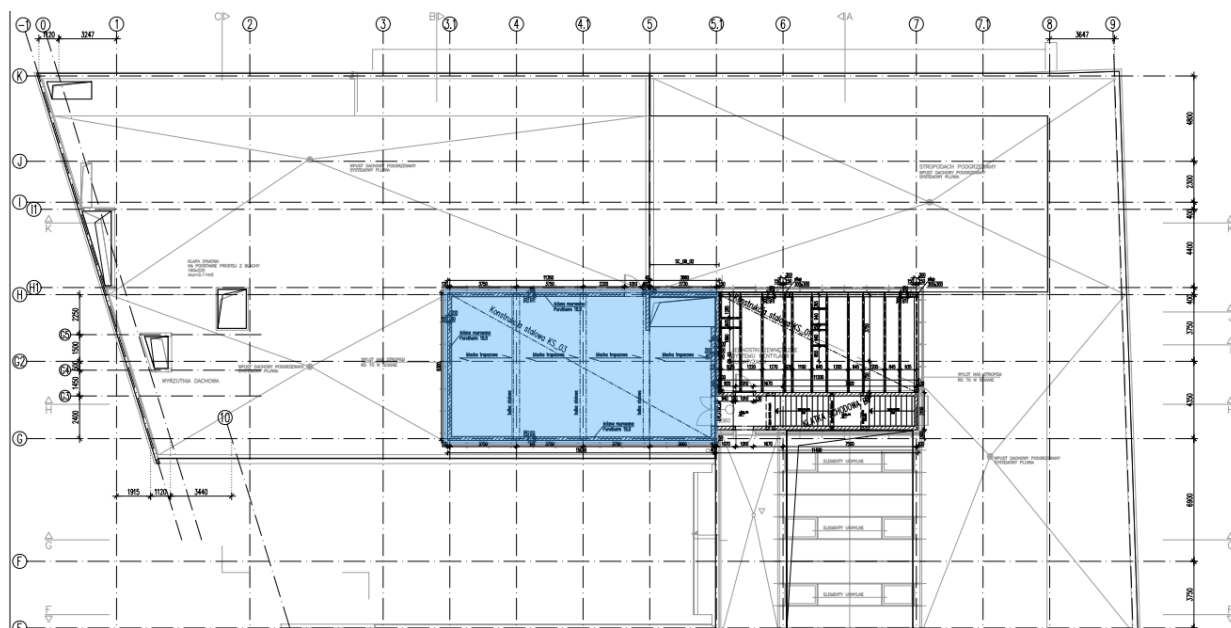
Uwaga : Smukłość środnika umożliwia pomijanie wpływów wyboczenia przy ścinaniu zgodnie z EN 1993-1-5 pkt 5.1(2).

Pręt spełnia warunki sprawdzenia stateczności.

WNIOSKI

Konstrukcję można dodatkowo dociążyć instalacją PV o ciężarze nie przekraczającym 15kg/m^2 .

2.3. DACH STALOWY NAD WENTYLATOROWNIĄ 3.1-5.1/G-H



Przyjęto instalację PV bez balastów, mocowaną do pokrycie na lekki system klejony.

Obciążenia istniejące przyjęto wg opracowania „KONCEPCJA WYKONANIA INSTALACJI FOTOWOLTAIKI NA BUDYNKU CEUE PRZY UL. TOWAROWEJ 55 W POZNANIU” autor EKSPERTIS

STALE – Przekrycie dachowe wentylatorowni		
1	Papa Vedatect Euroflex PYE PV 250 s5	0,06
2	Papa Vedatop SU	0,04
3	Styropian EPS 100-036 gr. 15 cm	0,07
4	Folia paroizolacyjna PE	0,01
5	Blacha trapezowa T60 gr. 1,00 mm	0,10
SUMA		0,28
7	Konstrukcja stalowa– dźwigary IPE 300	~0,55 kN/mb ściany
UŻYTKOWE		
1	Instalacje i centrale wentylacyjne układane na strapie w osiach 3.1-5 / H-G.	5,00
2	Podwieszone instalacje elektryczne i wentylacyjne	0,60

Obciążenia śniegiem

4.1.3. Połac dachu obciążonego równomiernie - przypadek (i)

- Współczynnik kształtu dachu:
nachylenie połaci $\alpha = 1,6^\circ$
 $\mu_1 = 0,8$
 - Obciążenie charakterystyczne:
 $s = \mu_1 \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,9 = 0,720 \text{ kN/m}^2$
- Skrajna połac dachu obciążonego nierównomiernie - przypadek (ii)
- Współczynnik kształtu dachu:
nachylenie połaci $\alpha = 1,6^\circ$
 $\mu_1 = 0,8$
 - Obciążenie charakterystyczne:
 $s = \mu_2 \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,9 = 0,720 \text{ kN/m}^2$

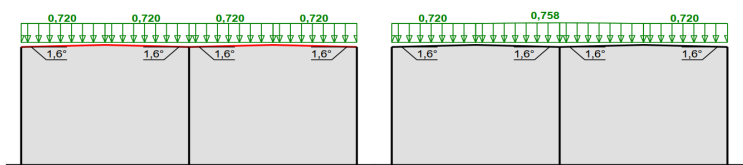
4.1.4. Zagłębienie dachu obciążonego nierównomiernie - przypadek (ii)

- Współczynnik kształtu dachu:
nachylenie połaci do środka zagłębienia $\alpha = 3,0^\circ$
 $\mu_2 = 0,8 + 0,8 \cdot \alpha / 30^\circ = 0,8 + 0,8 \cdot 1,6^\circ / 30^\circ = 0,842$
- Obciążenie charakterystyczne:
 $s = \mu_2 \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0,842 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,9 = 0,758 \text{ kN/m}^2$

przypadek (i)

przypadek (ii)

$s \text{ [kN/m}^2\text{]}$



Rys. 12 Wartości charakterystyczne obciążenia dachu śniegiem

Blacha dachowa

BLACHY PRUSZYŃSKI	UE DACH STALOWY WENTYLATOROWNIA	19.03.23 16:49 ver. 7.5.3
--------------------------	--	------------------------------

Dane wejściowe:

T60P S320 t = 1,00 mm

Układ blachy: POZYTYW

WYMIARY [mm]

$L_1 = 3750$ $L_2 = 3750$

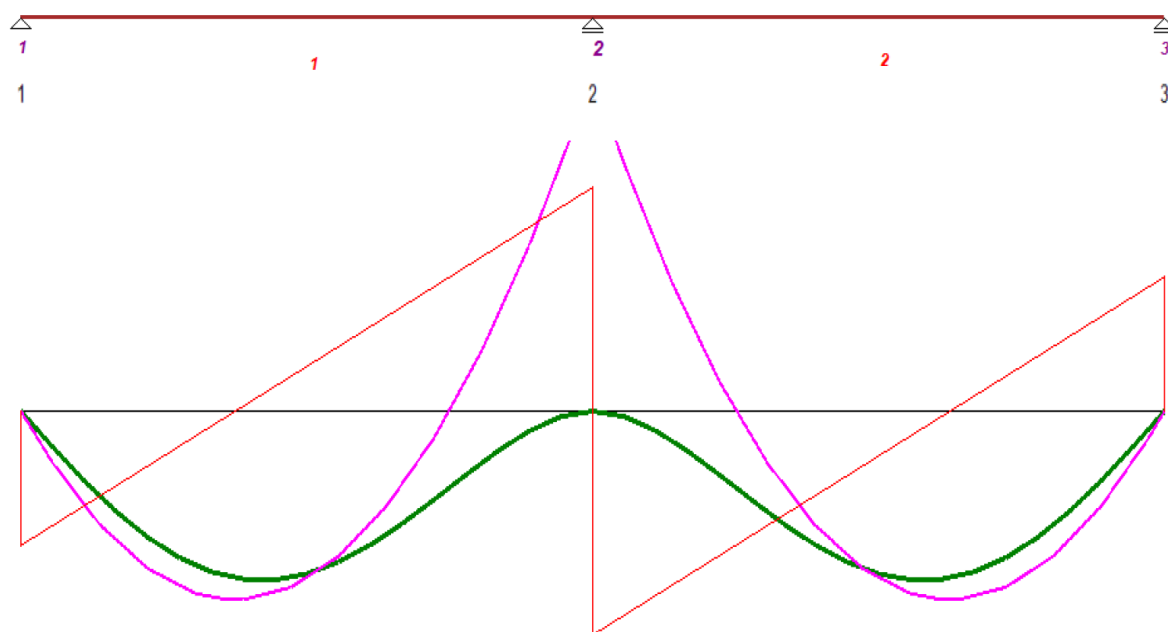
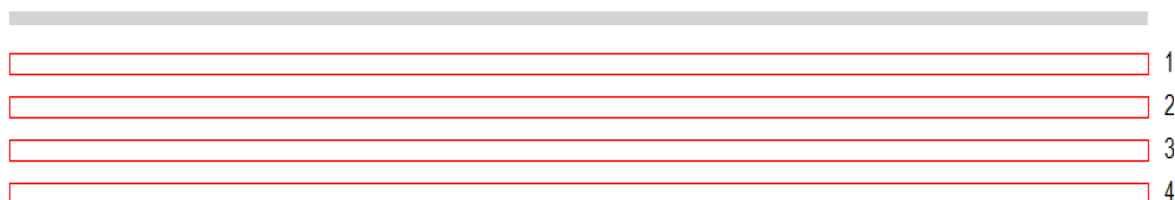
Długość układu = 7500

Szerokość podpory wewnętrznej = 150

MOMENT BEZWŁADNOŚCI [cm⁴/m] $J_y = 66,25$

OBCIĄŻENIA (Do zadanych obciążeń dodano ciężar własny blachy ze współczynnikiem 1,15)

	q_a [kN/m ²]	q_b [kN/m ²]	a [mm]	b [mm]	γ_f
1	0,18	0,18	0	7500	1,35
2	0,60	0,60	0	7500	1,35
3	0,72	0,72	0	7500	1,50
4	0,15	0,15	0	7500	1,35



Lista węzłów:

węzeł:	1	2	3
x =	0	3750	7500
Kod	Podp	Podp	Podp



UE DACH STALOWY WENTYLATOROWNIA

19.03.23 16:49
ver. 7.5.3

Wykorzystanie nośności

- 1 : (6.13) $R_{Ed} / R_{Rd} = 3,44 / 13,83 = 24,9\%$
 2 : (6.13) $R_{Ed} / R_{Rd} = 11,46 / 65,16 = 17,6\%$
 2 : (6.7) $|M_{Ed}| / M_{Rd} = 4,30 / 6,21 = 69,3 \%$
 2 : (6.28c) $(|M_{Ed}| / M_{Rd} + R_{Ed} / R_{Rd}) / 1,25 = (4,30 / 6,21 + 11,46 / 65,16) / 1,25 = 69,5 \%$
 3 : (6.13) $R_{Ed} / R_{Rd} = 3,44 / 13,83 = 24,9\%$
 1 - 2 (6.7) $M_{Ed} / M_{Rd} = 2,42 / 6,21 = 39,0 \%$
 2 - 3 (6.7) $M_{Ed} / M_{Rd} = 2,42 / 6,21 = 39,0 \%$

Krytyczne wykorzystanie nośności: 69,5 %

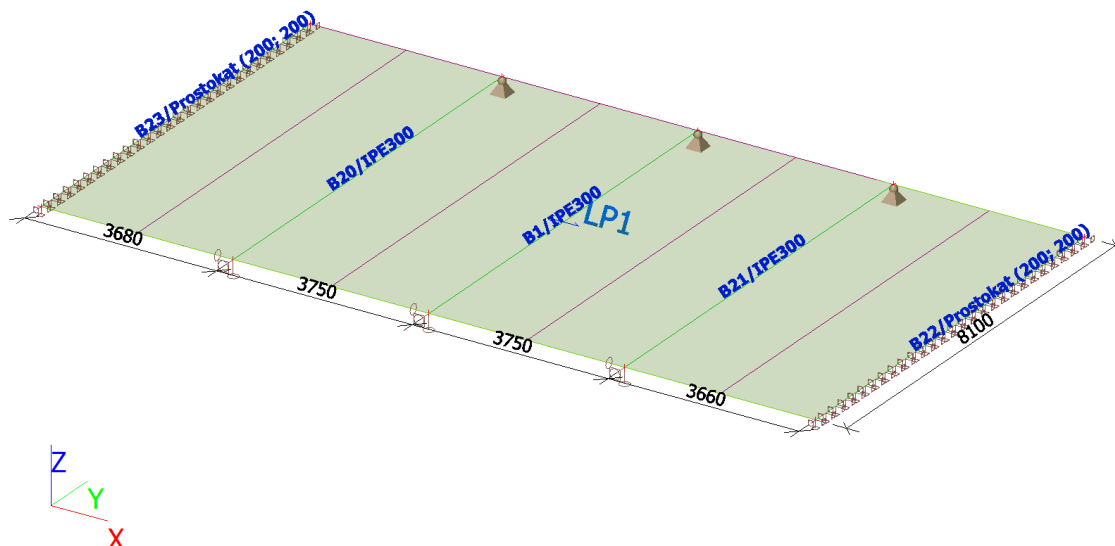
Ugięcia

- 1 - 2 max: 13,4 mm min: 0,0 mm
 2 - 3 max: 13,4 mm min: 0,0 mm
 Max. ugięcie względne $L/279$

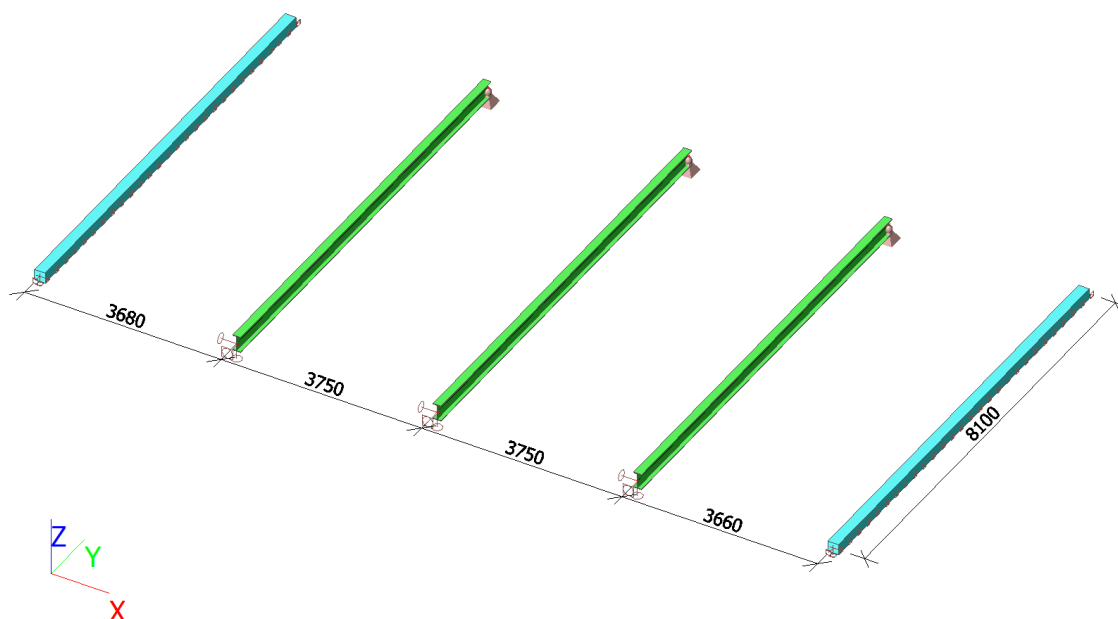
Obliczenia zgodne z PN-EN 1993-1-3: Sierpień 2008

Konstrukcja stalowa


Numeracja

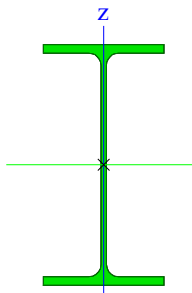



Analizowany model

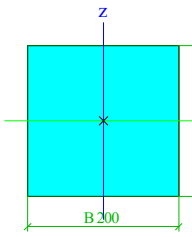


Przekroje poprzeczne

CS3		
Typ	IPE300	
Kod kształtu	1	-
	Dwuteownik	
Typ kształtu	Cienkościenny	
Pozycja materiału	S 235	
Produkcja	walcowany	
Kolor		
Wyboczenie giętne y-y,	a	b
Wyboczenie giętne z-z		
A [m ²]	5,3800e-03	
A _y [m ²], A _z [m ²]	2,9392e-03	2,0754e-03
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	1,1599e+00	1,1599e+00
c _{y,UCS} [mm], c _{z,UCS} [mm]	75	150
α [deg]	0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	8,3560e-05	6,0400e-06

i_y [mm], i_z [mm]	125	34
$W_{el.y}$ [m ³], $W_{el.z}$ [m ³]	5,5700e-04	8,0500e-05
$W_{pl.y}$ [m ³], $W_{pl.z}$ [m ³]	6,2800e-04	1,2500e-04
$M_{pl.y+}$ [Nm], $M_{pl.y-}$ [Nm]	147776,33	147776,33
$M_{pl.z+}$ [Nm], $M_{pl.z-}$ [Nm]	29434,01	29434,01
d_y [mm], d_z [mm]	0	0
I_t [m ⁴], I_w [m ⁶]	1,9855e-07	1,2425e-07
β_y [mm], β_z [mm]	0	0
Obrazek		

CS4		
Typ	Prostokąt	
Szczegółowy	200; 200	
Typ kształtu	Grubościenny	
Pozycja materiału	C25/30	
Produkcja	beton	
Kolor		
A [m ²]	4,0000e-02	
A_y [m ²], A_z [m ²]	3,3333e-02	3,3333e-02
A_L [m ² /m], A_D [m ² /m]	8,0000e-01	8,0000e-01
$c_{y,UCS}$ [mm], $c_{z,UCS}$ [mm]	100	100
α [deg]	0,00	
I_y [m ⁴], I_z [m ⁴]	1,3333e-04	1,3333e-04
i_y [mm], i_z [mm]	58	58
$W_{el.y}$ [m ³], $W_{el.z}$ [m ³]	1,3333e-03	1,3333e-03
$W_{pl.y}$ [m ³], $W_{pl.z}$ [m ³]	0,0000e+00	0,0000e+00


$M_{pl.y,+}$ [Nm], $M_{pl.y,-}$ [Nm]	0,00	0,00
$M_{pl.z,+}$ [Nm], $M_{pl.z,-}$ [Nm]	0,00	0,00
d_y [mm], d_z [mm]	0	0
I_t [m ⁴], I_w [m ⁶]	2,2517e-04	0,0000e+00
β_y [mm], β_z [mm]	0	0
Obrazek		

Objaśnienie symboli	
Kod kształtu	h - Wysokość b - Szerokość pasa t - Grubość pasa s - Grubość środnika r - Promień przy narożu pasa r1 - Promień przy brzegu pasa a - Spadek pasa W - Wewnętrzny rozstaw śrub wm - Jednostkowe skręcanie skrępowane przy brzegu pasa
A	Powierzchnia
A_y	Powierzchnia ścinania w głównym kierunku y - Obliczone za pomocą analizy MES 2D
A_z	Powierzchnia ścinania w głównym kierunku z - Obliczone za pomocą analizy MES 2D
A_L	Obwód na jednostkę długości
A_D	Powierzchnia suszenia na jednostkę długości
$c_{y,UCS}$	Współrzędne środka ciężkości w kierunku Y układu osi wprowadzania
$c_{z,UCS}$	Współrzędne środka ciężkości w kierunku Z układu osi wprowadzania
$I_{y,LCS}$	Geometryczny moment bezwładności powierzchni względem osi YLCS
$I_{z,LCS}$	Geometryczny moment bezwładności powierzchni względem osi ZLCS
$I_{yz,LCS}$	Moment mieszany w obszarze układu LCS
α	Kąt obrotu układu osi głównej


Objaśnienie symboli	
I_y	Geometryczny moment bezwładności powierzchni względem osi głównej y
I_z	Geometryczny moment bezwładności powierzchni względem osi głównej z
i_y	Promień bezwładności względem głównej osi y
i_z	Promień bezwładności względem głównej osi z
$W_{el.y}$	Sprężysty wskaźnik przekroju względem głównej osi y
$W_{el.z}$	Sprężysty wskaźnik przekroju względem głównej osi z
$W_{pl.y}$	Plastyczny wskaźnik przekroju względem głównej osi y
$W_{pl.z}$	Plastyczny wskaźnik przekroju względem głównej osi z
$M_{pl.y.+}$	Moment plastyczny względem głównej osi y dla dodatniego momentu M_y
$M_{pl.y.-}$	Moment plastyczny względem głównej osi y dla ujemnego momentu M_y
$M_{pl.z.+}$	Moment plastyczny względem głównej osi z dla dodatniego momentu M_z
$M_{pl.z.-}$	Moment plastyczny względem głównej osi z dla ujemnego momentu M_z
d_y	Współrzędne środka ścinania w głównym kierunku y mierzonym od środka ciężkości - Obliczone za pomocą analizy MES 2D
d_z	Współrzędne środka ścinania w głównym kierunku z mierzonym od środka ciężkości - Obliczone za pomocą analizy MES 2D
I_t	Stała skręcania - Obliczone za pomocą analizy MES 2D
I_w	Stała zwichrzenia - Obliczone za pomocą analizy MES 2D
β_y	Mono-symetria stała względem głównej osi y
β_z	Mono-symetria stała względem głównej osi z

Materiały

Stal wg EC3

Nazwa	ρ [kg/m ³]	E_{mod} [MPa]	μ	Granica dolna [mm]	Granica górną [mm]	F_y [MPa]	F_u [MPa]	Kolor
		G_{mod} [MPa]	α [m/mK]					
S 235	7850,0	2,1000	0.3	0	40	235,0	360,0	

Nazwa	ρ [kg/m ³]	E_{mod} [MPa]	μ	Granica dolna [mm]	Granica górna [mm]	F_y [MPa]	F_u [MPa]	Kolor
		G_{mod} [MPa]	α [m/mK]					
	0	e+05						
		8,0769 e+04	0,01e- 003	40	80	215,0	360,0	

Nazwa	Rodzaj	ρ [kg/m ³]	Gęstość w stanie świeżym [kg/m ³]	E_{mod} [MPa]	μ	α [m/mK]	$f_{c,k,28}$ [MPa]	Kolor
C25/30	Beton	2500,00	2600,00	3,1500 e+04	0,2	0,01e- 003	25,00	

Objaśnienie symboli

Gęstość w stanie świeżym	Wartość właściwości gęstości w stanie świeżym jest używana tylko w przypadku wprowadzenia pomostu zespolonego i uwzględnienia jego obciążenia ciężarem własnym.
--------------------------	---

Przypadki obciążeń

Nazwa	Opis	Rodzaj działania	Grupa obciążeń	Kierunek	Główny przypadek obciążenia
	Spec	Rodzaj obciążenia			
LC1	Ciężar własny	Stały	LG1	-Z	
		Ciężar własny			
LC2	Pokrycie	Stały	LG2		
		Standard			

Nazwa	Opis	Rodzaj działania	Grupa obciążeń	Kierunek	Główny przypadek obciążenia
	Spec	Rodzaj obciążenia			
LC3	Instalacje	Stały	LG2		
		Standard			
LC4	Śnieg	Zmienny	Śnieg		Żadny
	Śnieg	Statyczny			
LC5	Instalacja PV	Stały	LG2		
		Standard			

Pręty

Nazwa	Przekrój poprzeczny	Materiał	Długość [m]	Węzeł początkowy	Węzeł końcowy	Typ
B1	CS3 - IPE300	S 235	8,100	N1	N2	belka (80)
B20	CS3 - IPE300	S 235	8,100	N29	N30	belka (80)
B21	CS3 - IPE300	S 235	8,100	N33	N34	belka (80)
B22	CS4 - Prostokąt (200; 200)	C25/30	8,100	N6	N5	belka (80)
B23	CS4 - Prostokąt (200; 200)	C25/30	8,100	N7	N8	belka (80)

Panele obciążeń

Nazwa	Typ panelu	Kierunek przekazania obciążenia	Wybór obiektów
LP1	Do krawędzi paneli i belek	X (LUW panela)	Automatyczny wybór

Objaśnienie symboli	
Wybór obiektów	<p>Wszystkie: zaznacza wszystkie krawędzie i belki podpierające panel w tym samym miejscu.</p> <p>Automatyczny wybór: w przypadkach, w który co najmniej dwa elementy podpierające zachodzą na siebie, zaznaczenie pomija krawędzie należące do elementów powierzchniowych leżących na tej samej płaszczyźnie co panel.</p> <p>Wybór użytkownika: wymaga ręcznego zaznaczenia krawędzi i belek podpierających (za pomocą przycisku Działanie).</p> <p>Według typu: tylko pręty belkowe typów wybranych na liście są uwzględniane jako elementy podpierające.</p>

Obciążenie powierzchniowe

Nazwa	Kier	Typ	Współ.	Wartość [kN/m ²]	Przypadek obciążeń	System	Położ.
SF1	Z	Siła		-0,28	LC2 - Pokrycie	LUW	Długość
SF3	Z	Siła		-0,10	LC3 - Instalacje	LUW	Długość
SF5	Z	Siła		-0,15	LC5 - Instalacja PV	LUW	Długość
SF6	Z	Śnieg	-0.800	-0,72	LC4 - Śnieg	LUW	Długość

EC-EN 1993 Sprawdzenie stali SGN; Sprawdzenie całkowite

Wartości: **UC_{Overall}**

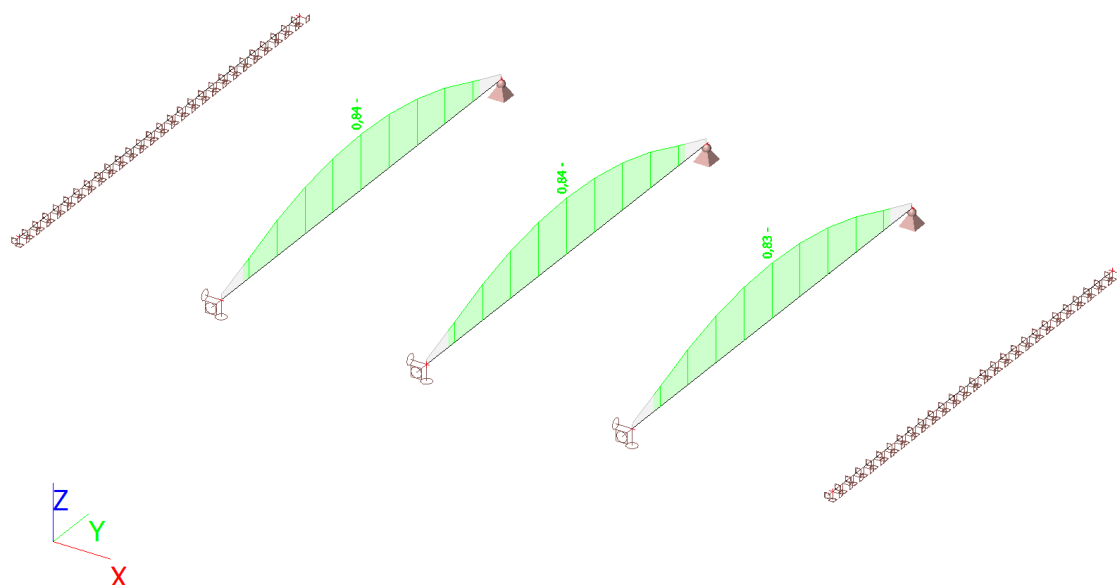
Obliczenie liniowe

Kombinacja: SGN-Zestaw B (automatyczne)

Układ współrzędnych: Główny

Ekstremum 1D: Pręt

Wybór: Wszystkie



EC-EN 1993 Sprawdzenie stali SGN

Obliczenie liniowe

Kombinacja: SGN-Zestaw B (automatyczne)

Układ współrzędnych: Główny

Ekstremum 1D: Globalny

Wybór: Wszystkie

Sprawdzenie wg normy EN 1993-1-1

Załącznik krajowy: Polski NA PN-EN

Pręt	4,050	/	IPE30	S	SGN-	0,84
B1	8,100 m		0	235	Zestaw B (automatyczne)	-

Klucz do kombinacji

SGN-Zestaw B (automatyczne) / 1.15*LC1 + 1.15*LC2 + 1.15*LC3 + 1.50*LC4 + 1.15*LC5

Częściowe współczynniki bezpieczeństwa	
γ_{M0} przy sprawdzaniu nośności przekrojów poprzecznych	1,00
γ_{M1} przy sprawdzaniu stateczności	1,00
γ_{M2} przy sprawdzaniu nośności przekrojów netto	1,10

Materiał			
Granica plastyczności	f_y	235,0	M Pa
Wytrzymałość	f_u	360,0	M Pa
Produkcja		Walco wany	

::SPRAWDZENIE PRZEKROJU::

Sprawdzenie krytyczne jest w miejscu 4,050 m

Siły wewnętrzne		Obliczony	Jednostka
Siła podłużna	N_{Ed}	0,00	kN
Siła ścinająca	$V_{y,Ed}$	0,00	kN
Siła ścinająca	$V_{z,Ed}$	0,00	kN
Skręcanie	T_{Ed}	0,00	kNm
Moment zginający	$M_{y,Ed}$	55,82	kNm
Moment zginający	$M_{z,Ed}$	0,00	kNm

Klasyfikacja projektu przekroju

Klasyfikacja zgodnie z EN 1993-1-1 pkt 5.5.2

Klasyfikacja części wewnętrznych i zewnętrznych zgodnie z EN 1993-1-1 (tabela 5.2, arkusze 1 i 2)

Id	Typ	c [mm]	t [mm]	σ_1 [kN/m ²]]	σ_2 [kN/m ²]]	Ψ [-]	k_σ [-]	α [-]	c/t [-]	Limit klasy 1 [-]	Limit klasy 2 [-]	Limit klasy 3 [-]	Klasa
1	SO	56	11	- 96606,7 34	- 96606,7 34								
3	SO	56	11	- 96606,7 34	- 96606,7 34								
4	I	249	7	- 83015,6 73	83015,6 73	- 1,0		0,5	35, 0	72,0	83,0	124,0	1
5	SO	56	11	96606,7 34	96606,7 34	1,0	0,4	1,0	5,3	9,0	10,0	14,0	1
7	SO	56	11	96606,7 34	96606,7 34	1,0	0,4	1,0	5,3	9,0	10,0	14,0	1

Uwaga : Limity klasyfikacji zostały określone zgodnie z Semi-Comp+.

Przekrój poprzeczny został zaklasyfikowany jako klasa 1

Sprawdzenie momentu zginającego — M_y

Zgodnie z EN 1993-1-1, punkt 6.2.5 i wzorem (6.12),(6.13)

Plastyczny wskaźnik przekroju	$W_{pl,y}$	6,2800 e-04	m ³
Plastyczny moment zginający	$M_{pl,y}$, _{Rd}	147,58	kN m
Sprawdzenie całkowite		0,38	-

Pręt spełnia warunki sprawdzenia przekroju.

::SPRAWDZENIE STATECZNOŚCI::

Klasyfikacja projektu wyboczenia elementu

Decydujące położenie dla klasyfikacji stabilności: 4,050 m

Decydujący współczynnik wykorzystania η : 0,38

Klasyfikacja zgodnie z EN 1993-1-1 pkt 5.5.2

Klasyfikacja części wewnętrznych i zewnętrznych zgodnie z EN 1993-1-1 (tabela 5.2, arkusze 1 i 2)

Id	Typ	c [mm]	t [mm]	σ_1 [kN/m ²]]	σ_2 [kN/m ²]]	Ψ [-]	k_σ [-]	α [-]	c/t [-]	Limit klasy 1 [-]	Limit klasy 2 [-]	Limit klasy 3 [-]	Klasa
1	SO	56	11	- 96606,7 34	- 96606,7 34								
3	SO	56	11	- 96606,7 34	- 96606,7 34								
4	I	249	7	- 83015,6 73	83015,6 73	- 1,0		0,5	35, 0	72,0	83,0	124,0	1
5	SO	56	11	96606,7 34	96606,7 34	1,0	0,4	1,0	5,3	9,0	10,0	14,0	1
7	SO	56	11	96606,7 34	96606,7 34	1,0	0,4	1,0	5,3	9,0	10,0	14,0	1

Uwaga : Limity klasyfikacji zostały określone zgodnie z Semi-Comp+.

Przekrój poprzeczny został zaklasyfikowany jako klasa 1

Uwaga : Decydująca pozycja klasyfikacji stateczności jest oparta na współczynniku wykorzystania η zgodnie z Semi-Comp+.

Sprawdzenie zwichrzenia

Zgodnie z EN 1993-1-1, punkt 6.3.2.1 & 6.3.2.3 i wzorem (6.54)

Parametry zwichrzenia			
metoda dla krzywej wyboczenia		Przypadek alternatywny	
Plastyczny wskaźnik przekroju	$W_{pl,y}$	6,2800e-04	m ³
Sprężysty moment krytyczny	M_{cr}	69,55	kN m
Smukłość względna	$\lambda_{rel,L}$	1,46	

Parametry zwichrzenia			
	T		
Smukłość graniczna	$\lambda_{rel,L}$ $T_{,0}$	0,40	
Krzywa zwichrzenia		b	
Imperfekcje	α_{LT}	0,34	
Współczynnik zwichrzenia	β	0,75	
Współczynnik zmniejszający	χ_{LT}	0,45	
Współczynnik korekcyjny	k_c	0,94	
Współczynnik korekcyjny	f	1,00	
Zmodyfikowany współczynnik redukcyjny	$\chi_{LT,m}$ od	0,45	
Obliczeniowa nośność wyboczeniowa	$M_{b,R}$ d	66,14	kN m
Sprawdzenie całkowite		0,84	-

Parametry M _{cr}			
Długość zwichrzenia	l_{LT}	8,100	m
Wpływ pozycji obciążenia		brak wpływu	
Współczynnik korekcyjny	k	1,00	
Współczynnik korekcyjny	k_w	1,00	
NEN – współczynnik momentu	C_1	1,13	
NEN – współczynnik momentu	C_2	0,45	
NEN – współczynnik	C_3	0,53	

Parametry M _{cr}			
momentu			
Odległość od środka ścianania	d_z	0	m m
Odległość przyłożenia obciążenia	z_g	0	m m
Mono-symetria stała	β_y	0	m m
Mono-symetria stała	z_j	0	m m

Uwaga : Parametry C są określone zgodnie z ECCS 119 2006 / Galea 2002

Uwaga : Współczynnik korekcji k_c jest wyznaczany z C₁.

Pręt spełnia warunki sprawdzenia stateczności.

EC-EN 1993 Sprawdzenie stali SGU; Check_{Overall}

Wartości: **Check_{Overall}**

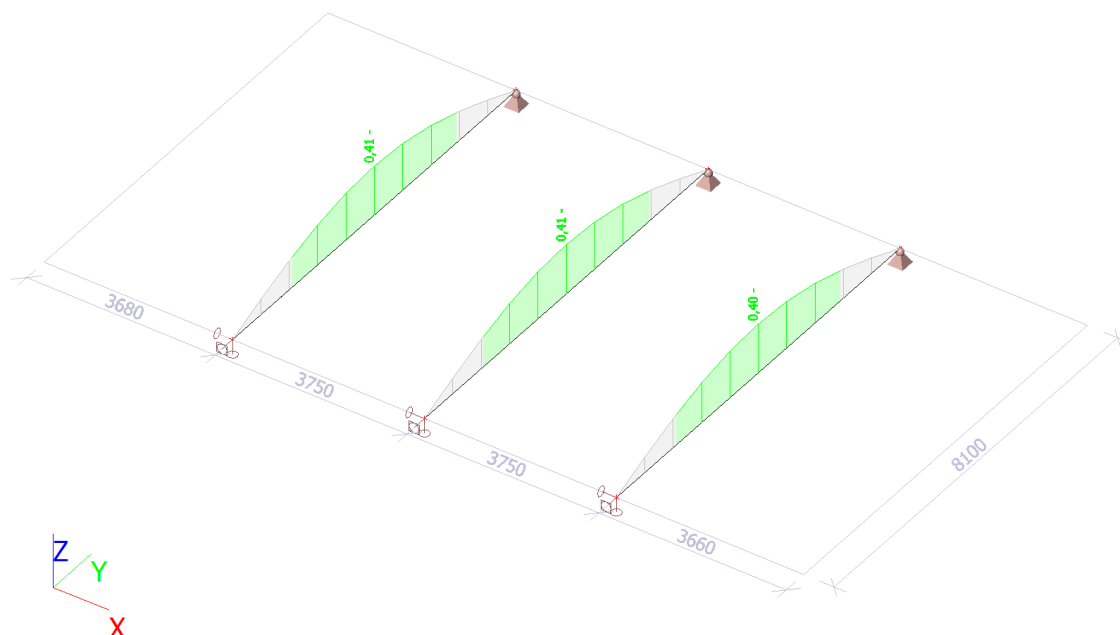
Obliczenie liniowe

Kombinacja: SGU-Char. (automatyczne)

Układ współrzędnych: Główny

Ekstremum 1D: Pręt

Wybór: Wszystkie



EC-EN 1993 Sprawdzenie stali SGU

Obliczenie liniowe

Kombinacja: SGU-Char. (automatyczne)

Układ współrzędnych: Główny

Ekstremum 1D: Pręt

Wybór: Wszystkie

Ogólne sprawdzenie zgodności

Nazwa	dx [m]	Przypadek	$u_{y,max}$ [mm]	$u_{y,var}$ [mm]	Lim. $u_{y,max}$ [mm]	Lim. $u_{y,var}$ [mm]	Sprawdzenie $e u_{y,max}$ [-]	Sprawdzenie $e u_{y,var}$ [-]	Check Overall [-]
B1	4,05	SGU-Char. (automatyczne)/1	0,0	0,0	40,5	22,5	0,00	0,00	0,41
	0-		-16,5	-8,8	40,5	22,5	0,41	0,39	
B20	4,05	SGU-Char. (automatyczne)/1	0,0	0,0	40,5	22,5	0,00	0,00	0,41
	0-		-16,4	-8,7	40,5	22,5	0,41	0,39	

Nazwa	dx [m]	Przypadek	$u_{y,max}$ [mm] $u_{z,max}$ [mm]	$u_{y,var}$ [mm] $u_{z,var}$ [mm]	Lim. $u_{y,max}$ [mm] Lim. $u_{z,max}$ [mm]	Lim. $u_{y,var}$ [mm] Lim. $u_{z,var}$ [mm]	Sprawdzenie $u_{y,max}$ [-] Sprawdzenie $u_{z,max}$ [-]	Sprawdzenie $u_{y,var}$ [-] Sprawdzenie $u_{z,var}$ [-]	Check Overall [-]
B21	4,05	SGU-Char.	0,0	0,0	40,5	22,5	0,00	0,00	0,40
	0-	(automatyczne)/1	-16,4	-8,7	40,5	22,5	0,40	0,38	

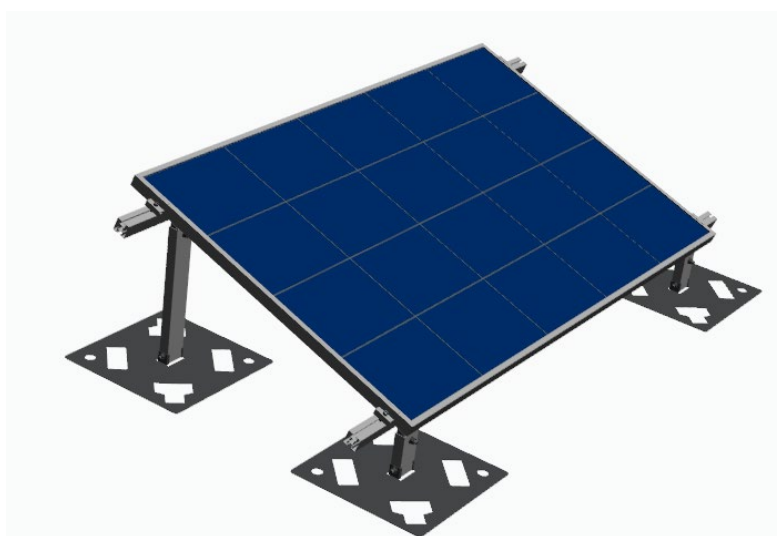
Nazwa	Klucz do kombinacji
SGU-Char. (automatyczne)/1	LC1 + LC2 + LC3 + LC4 + LC5

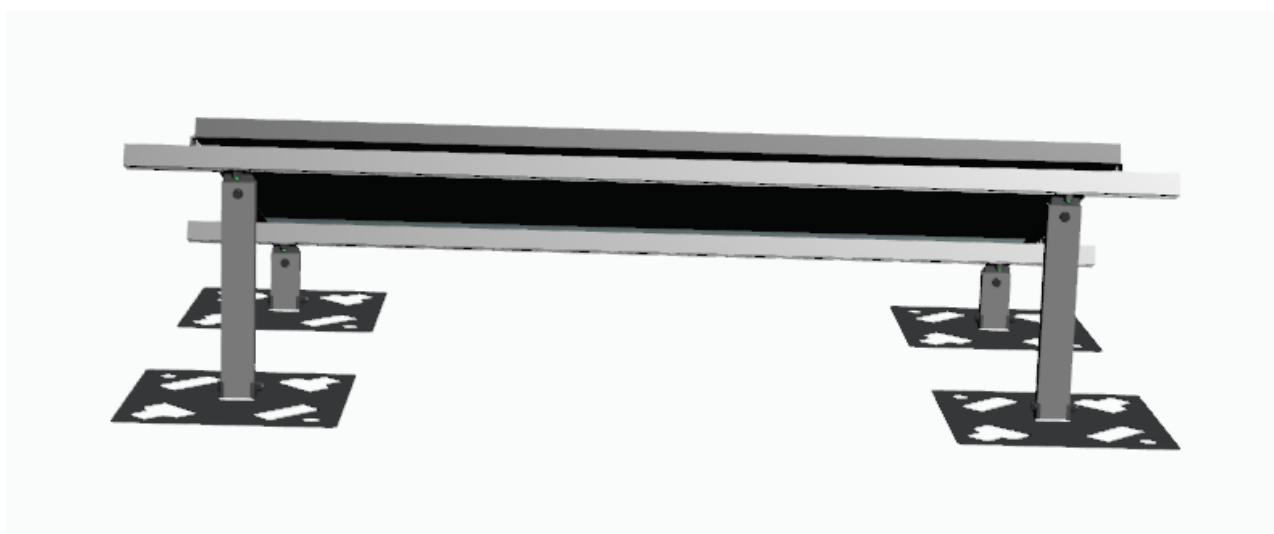
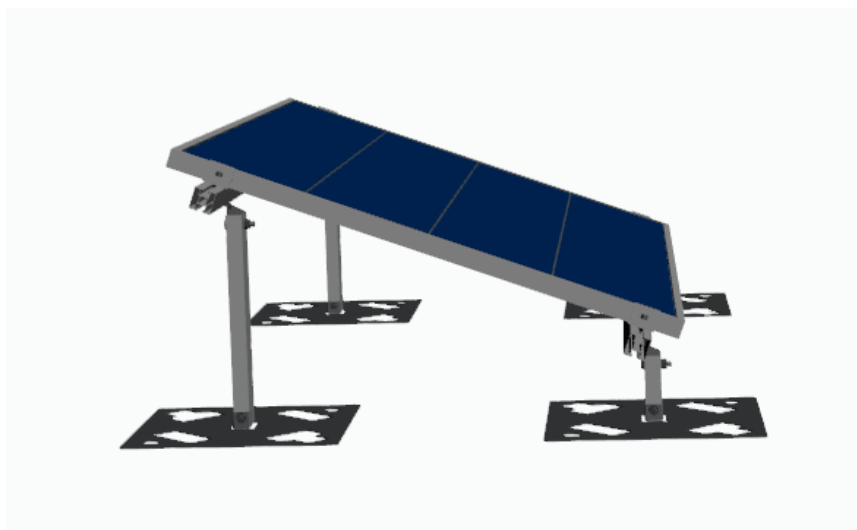
Wnioski

Konstrukcję można dodatkowo dociążyć instalacją fotowoltaiczną PV o ciężarze nie przekraczającym 15kg/m².

3. OPIS PROJEKTOWANEJ PODKONSTRUKCJI

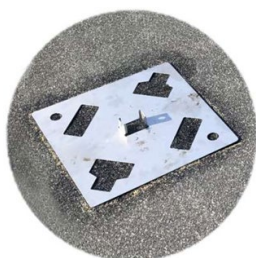
Dla przedmiotowej instalacji fotowoltaicznej zastosować należy dedykowaną podkonstrukcję w lekkim systemie zgrzewanym. Widok podstawowej części podkonstrukcji wraz z zamontowanym modułem fotowoltaicznym przedstawiony został na rysunkach poniżej.





Podstawowymi elementami podkonstrukcji są:

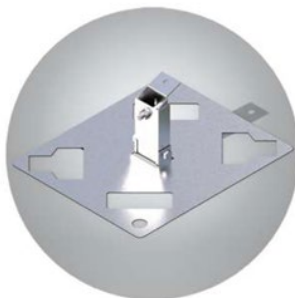
- stopa montażowa zgrzewana do papy nawierzchniowej poprzez papę termozgrzewalną o grubości 5mm,



- słupek dystansowy montowany poprzez śruby M10x80 umożliwiający montaż profili na odpowiedniej wysokości



- łącznik kątowy montowany za pomocą śrub sześciokątnych M10 x 45



- profil nośne modułów fotowoltaicznych montowane za pomocą M10x25; w projekcie zastosowano trzy rodzaje modułów nośnych (miejsce montażu odpowiedniego profilu zamieszczono na rzutach dachu z naniesioną podkonstrukcją w Załącznikach):
 - profil aluminiowy 40x80
 - dedykowany profil stalowy o rozpiętości $\leq 495\text{cm}$
 - dedykowany profil stalowy o rozpiętości $\leq 750\text{cm}$



- klemy montażowe do modułów fotowoltaicznych za pomocą śrub imbusowych M8



Na rysunku będącym Załącznikiem nr 11 przedstawione zostało ogólne rozłożenie elementów podkonstrukcji pod moduły PV. Kolorem czerwonym oznaczono miejsca, w których odległość pomiędzy sąsiednimi stopami wsporczymi konstrukcji, ze względu na ukształtowanie dachu oraz odpływów wody przekracza 3,5 m. W miejscach tych należy zastosować dodatkowe wzmocnienia zapewniające sztywność konstrukcji wymaganą przez producenta modułów.

Na rysunkach natomiast będącymi Załącznikami nr 12 oraz 13 przedstawione zostały szczegóły rozmieszczenia poszczególnych elementów wraz z pełnym wymiarowaniem i opisem danych profili, jak również detale montażowe.

Wszystkie materiały zastosowane do wykonania konstrukcji muszą być nowe i najlepszej jakości, wymagające minimum konserwacji. Powinny zapewniać długotrwałą przydatność w warunkach klimatycznych panujących w miejscu lokalizacji Inwestycji. Zastosowane materiały i elementy gotowe oraz rozwiązania konstrukcyjno-budowlane powinny spełniać wymagania obowiązujących norm i przepisów.

Konstrukcja aluminiowa nie wymaga zabezpieczenia antykorozyjnego.

Konstrukcja nie wymaga zabezpieczenia przeciwpożarowego.

4. OBLICZENIA DLA PODSTAWOWYCH ELEMENTÓW PODKONSTRUKCJI POD MODUŁY FOTOWOLTAICZNE

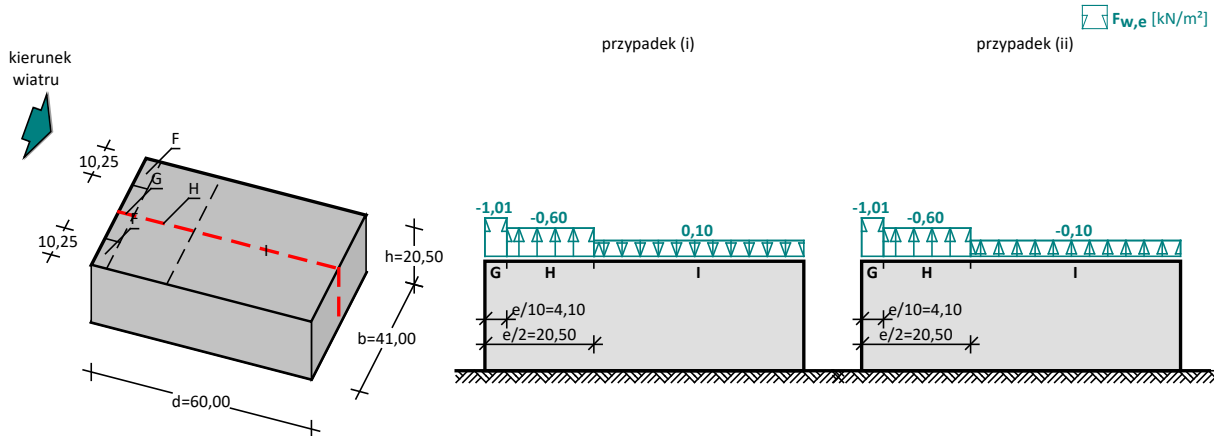
4.1. OBCIĄŻENIA

Moduły fotowoltaiczne (PV)

L.p.	Opis oddziaływania	Wartość char. kN/m ²
1.	Moduły fotowoltaiczne PV	0,12
		Σ: 0,12

Wiatr

Obciążenie wiatrem wg PN-EN 1991-1-4 / Dachy płaskie – ciśnienie zewnętrzne (7.2.3)



- Dach płaski o wymiarach: $b = 41,00 \text{ m}$, $d = 60,00 \text{ m}$
- Budynek o wysokości $h = 20,50 \text{ m}$
- Dach o krawędziach ostrych
- Wymiar $e = \min(b, 2 \cdot h) = 41,0 \text{ m}$
- Powierzchnia odniesienia obliczanego elementu: $A_{\text{ref}} = 1,0 \text{ m}^2$
- Wartość podstawowa bazowej prędkości wiatru:
 - Strefa obciążenia wiatrem 1; $A = 100 \text{ m n.p.m.}$
 - $v_{b,0} = 22 \text{ m/s}$ (wg załącznika krajowego)
- Współczynnik kierunkowy: $c_{\text{dir}} = 1,0$
- Współczynnik sezonowy: $c_{\text{season}} = 1,00$
- Bazowa prędkość wiatru: $v_b = c_{\text{dir}} \cdot c_{\text{season}} \cdot v_{b,0} = 22,00 \text{ m/s}$
- Kategoria terenu IV $\rightarrow z_0 = 1,0 \text{ m}$, $z_{\text{min}} = 10 \text{ m}$
- Wysokość odniesienia: $z_e = h = 20,50 \text{ m}$
- Współczynnik orografii: $c_o(z_e) = 1$
- Współczynnik turbulencji: $k_l = 1,0$
- Współczynnik terenu: $k_r = 0,19 \cdot (z_0/z_{0,II})^{0,07} = 0,234$
- Współczynnik chropowatości: $c_r(z_e) = k_r \cdot \ln(z_e/z_0) = 0,234 \cdot \ln(20,50/1,0) = 0,71$ (wg p.4.3.2 normy)
- Średnia prędkość wiatru: $v_m(z_e) = c_r(z_e) \cdot c_o(z_e) \cdot v_b = 15,57 \text{ m/s}$
- Intensywność turbulencji: $I_v(z_e) = k_l / (c_o(z_e) \cdot \ln(z_e/z_0)) = 0,331$
- Gęstość powietrza: $\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$
- Szczytowe ciśnienie prędkości: $q_p(z_e) = [1 + 7 \cdot I_v(z_e)] \cdot (1/2) \cdot \rho \cdot v_m^2(z_e) = 502,7 \text{ Pa} = 0,503 \text{ kPa}$
- Współczynnik konstrukcyjny: $c_s c_d = 1,000$

Połąć w przekroju $x/b = 0,50$ - pole G:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego: $c_{pe} = c_{pe,1} = -2,0$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

- $F_{w,e} = c_s c_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,503 \cdot (-2,0) = -1,01 \text{ kN/m}^2$

Połąć w przekroju $x/b = 0,50$ - pole H:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego: $c_{pe} = c_{pe,1} = -1,2$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_s c_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,503 \cdot (-1,2) = -0,60 \text{ kN/m}^2$$

Połąć w przekroju x/b = 0,50 - pole I - parcie:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego: $c_{pe} = c_{pe,1} = 0,2$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_s c_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,503 \cdot 0,2 = 0,10 \text{ kN/m}^2$$

Połąć w przekroju x/b = 0,50 - pole I - ssanie:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego: $c_{pe} = c_{pe,1} = -0,2$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_s c_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,503 \cdot (-0,2) = -0,10 \text{ kN/m}^2$$

Śnieg

Obciążenie śniegiem wg PN-EN 1991-1-3 / Dachy dwupołaciowe (5.3.3)

- Dach dwupołaciowy

- Warunki lokalizacyjne: normalne, przypadek A (brak wyjątkowo obfitych opadów śniegu i brak wyjątkowych zamieci)

- Sytuacja obliczeniowa: trwała lub przejściowa

- Obciążenie charakterystyczne śniegiem gruntu (wg załącznika krajowego):

Strefa obciążenia śniegiem 2

$$s_k = 0,9 \text{ kN/m}^2$$

- Współczynnik ekspozycji:

Teren: normalny

$$C_e = 1,0$$

- Współczynnik termiczny: $C_t = 1,0$

Cały dach - przypadek (i) - równomierny układ obciążenia:

- Współczynnik kształtu dachu:

Kąt nachylenia połaci dachowej: $\alpha = 1,0^\circ$

$$\mu_2 = 0,8$$

Obciążenie charakterystyczne śniegiem:

$$s = \mu \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,9 = 0,72 \text{ kN/m}^2$$

Mniej obciążona połąć dachu - przypadek (ii/iii) - nierównomierny układ obciążenia:

- Współczynnik kształtu dachu:

Kąt nachylenia połaci dachowej: $\alpha = 1,0^\circ$

$$\mu = 0,5 \cdot \mu_2 = 0,5 \cdot 0,8 = 0,4$$

Obciążenie charakterystyczne śniegiem:

$$s = \mu \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0,4 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,9 = 0,36 \text{ kN/m}^2$$

Bardziej obciążona połąć dachu - przypadek (ii/iii) - nierównomierny układ obciążenia:

- Współczynnik kształtu dachu:

Kąt nachylenia połaci dachowej: $\alpha = 1,0^\circ$

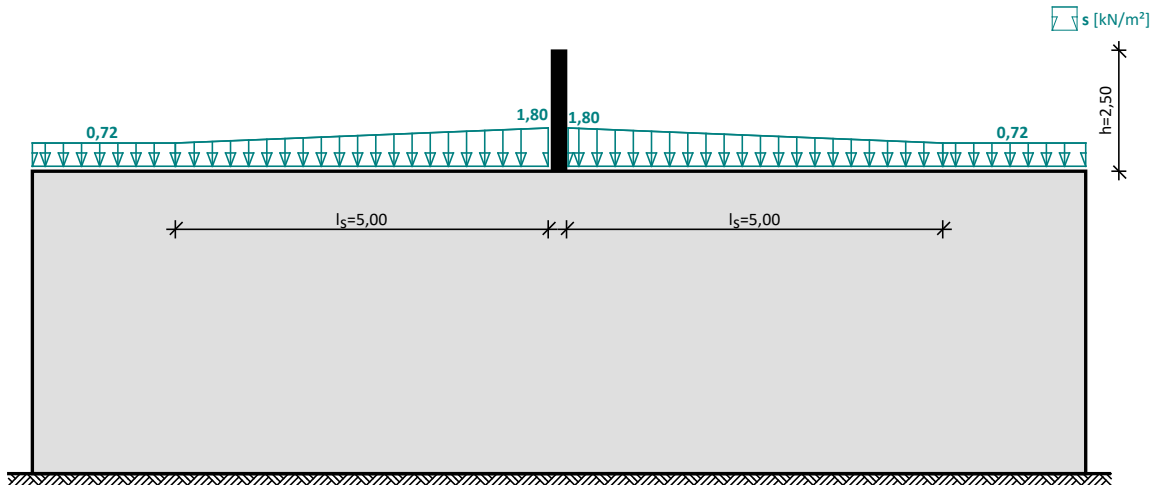
$$\mu_2 = 0,8$$

Obciążenie charakterystyczne śniegiem:

$$s = \mu \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,9 = \mathbf{0,72 \text{ kN/m}^2}$$

Śnieg przy przeszkodzie

Obciążenie śniegiem wg PN-EN 1991-1-3 / Zaspy przy wystęgach i przeszkodach (6.2, B4)



- Wystęg lub przeszkoda na dachu, $h = 2,50 \text{ m}$
- Warunki lokalizacyjne: normalne, przypadek A (brak wyjątkowo obfitych opadów śniegu i brak wyjątkowych zamieci)
- Sytuacja obliczeniowa: trwała lub przejściowa
- Obciążenie charakterystyczne śniegiem gruntu (wg załącznika krajowego):
Strefa obciążenia śniegiem 2
 $s_k = 0,9 \text{ kN/m}^2$
- Współczynnik ekspozycji:
Teren: normalny
 $C_e = 1,0$
- Współczynnik termiczny: $C_t = 1,0$

Dach przy występie lub przeszkodzie:

- Długość zaspy:
 $l_s = 2 \cdot h = 2 \cdot 2,50 = 5,00 \text{ m}$
- Ciężar objętościowy śniegu: $\gamma = 2 \text{ kN/m}^3$
- Współczynnik kształtu dachu:
 $\mu_2 = \gamma \cdot h / s_k = 2 \cdot 2,5 / 0,900 = 5,556 > 2,0 \rightarrow \mu_2 = 2,0$

Obciążenie charakterystyczne śniegiem:

$$s = \mu_2 \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 2,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,9 = \mathbf{1,80 \text{ kN/m}^2}$$

Dach przy występie lub przeszkodzie na końcu zaspy i za nią:

- Współczynnik kształtu dachu quasi-poziomego:

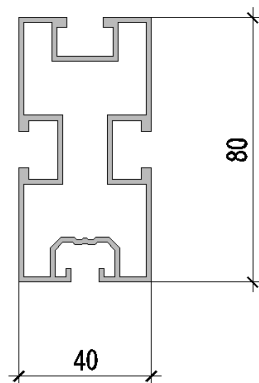
$$\mu_1 = 0,8$$

Obciążenie charakterystyczne śniegiem:

$$s = \mu_1 \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,9 = \mathbf{0,72 \text{ kN/m}^2}$$

4.2. PROFILE POD MODUŁY FOTOWOLTAICZNE (PV)

Zastosowano profile aluminiowe montażowe o wymiarach 40x80mm

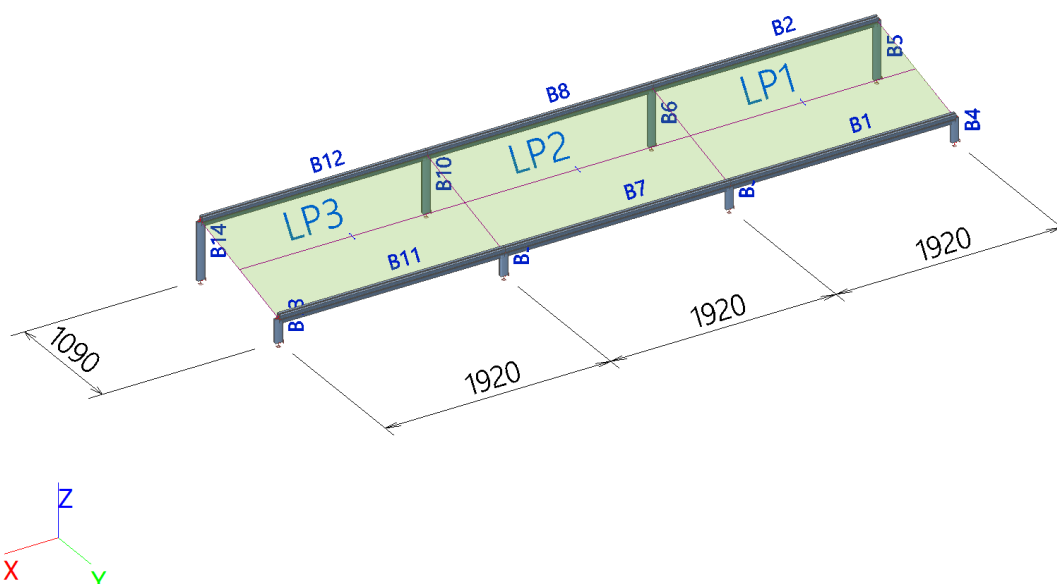


Przy większych rozpiętościach zostaną zastosowane profile stalowe.
Przekroje profili wg poniższych obliczeń.

4.2.1. Profile typowe

Obliczenia dla typowej rozpiętości podpór 192cm

Analizowany model



Pręty

Nazwa	Przekrój poprzeczny	Materiał	Długość [m]	Typ
B1	PROF 80x40 - Profil aluminiowy	EN-AW 6060 (EP,ET,ER/B) T66 (0-3)	1,920	ogólny (0)
B2	PROF 80x40 - Profil aluminiowy	EN-AW 6060 (EP,ET,ER/B) T66 (0-3)	1,920	ogólny (0)
B3	SŁUPEK	EN-AW 6060 (EP,ET,ER/B) T66 (0-3)	0,200	słup (100)
B4	SŁUPEK	EN-AW 6060 (EP,ET,ER/B) T66 (0-3)	0,200	słup (100)
B5	SŁUPEK	EN-AW 6060 (EP,ET,ER/B) T66 (0-3)	0,490	słup (100)
B6	SŁUPEK	EN-AW 6060 (EP,ET,ER/B) T66 (0-3)	0,490	słup (100)
B7	PROF 80x40 - Profil aluminiowy	EN-AW 6060 (EP,ET,ER/B) T66 (0-3)	1,920	ogólny (0)
B8	PROF 80x40 - Profil aluminiowy	EN-AW 6060 (EP,ET,ER/B) T66 (0-3)	1,920	ogólny (0)
B9	SŁUPEK	EN-AW 6060 (EP,ET,ER/B) T66 (0-3)	0,200	słup (100)
B10	SŁUPEK	EN-AW 6060 (EP,ET,ER/B) T66 (0-3)	0,490	słup (100)
B11	PROF 80x40 - Profil aluminiowy	EN-AW 6060 (EP,ET,ER/B) T66 (0-3)	1,920	ogólny (0)
B12	PROF 80x40 - Profil aluminiowy	EN-AW 6060 (EP,ET,ER/B) T66 (0-3)	1,920	ogólny (0)
B13	SŁUPEK	EN-AW 6060 (EP,ET,ER/B) T66 (0-3)	0,200	słup (100)
B14	SŁUPEK	EN-AW 6060 (EP,ET,ER/B) T66 (0-3)	0,490	słup (100)

Materiały

Stal wg EC3

Nazwa	ρ [kg/m ³]	E_{mod} [MPa]	μ	Granica dolna [mm]	Granica górna [mm]	F_y [MPa]	F_u [MPa]	Kolor
		G_{mod} [MPa]	α [m/mK]					
S 235	7850,00	2,1000e+05	0,3	0	40	235,0	360,0	
		8,0769e+04	0,01e-003	40	80	215,0	360,0	

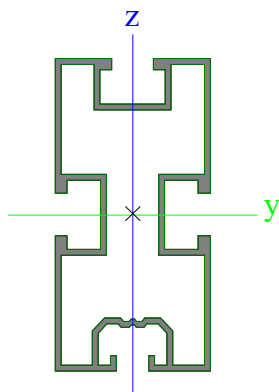
Aluminium EC9

Nazwa	ρ [kg/m ³]	E_{mod} [MPa]	μ	Wytrzymałość umowna 0.2% (f_o) [MPa]
Rodzaj		G_{mod} [MPa]	α [m/mK]	Wytrzymałość umowna 0.2% (f_o, haz) [MPa]
				wartość n dla analizy plastycznej (np)
EN-AW 6060 (EP,ET,ER/B) T66 (0-3)	2700,00	7,0000e+04	0,3	160,0
Aluminium		2,6923e+04	0,02e-003	65,0
				16

Przekroje poprzeczne

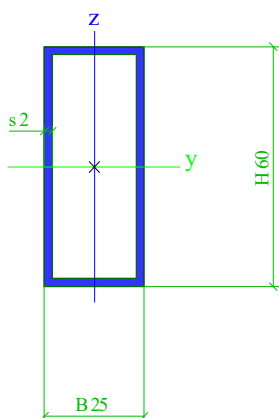
PROF 80x40		
Typ	Profil aluminiowy	
Pozycja materiału	EN-AW 6060 (EP,ET,ER/B) T66 (0-3)	
Produkcja	wyciskanie	
A [m ²]	5,6988e-04	
A _y [m ²], A _z [m ²]	4,6654e-05	1,3926e-04
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	3,9931e-07	1,1877e-07
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	9,9524e-06	5,9379e-06
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	1,3263e-05	7,5604e-06
I _w [m ⁶], I _t [m ⁴]	2,0742e-11	8,9210e-08
d _y [mm], d _z [mm]	0	0
C _{y,ucs} [mm], C _{z,ucs} [mm]	4	1
α [deg]	0,00	
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	2122,01	2122,01
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	1209,67	1209,67
A _L [m ² /m], A _B [m ² /m]	4,0077e-01	7,2025e-01

Picture



SŁUPEK		
Typ	RHS	
Szczegółowy	60; 25; 2; 0; 0	
Pozycja materiału	EN-AW 6060 (EP,ET,ER/B) T66 (0-3)	
Produkcja	walcowany	
A [m ²]	3,2400e-04	
A _y [m ²], A _z [m ²]	5,8102e-05	2,1700e-04
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	1,4267e-07	3,4907e-08
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	4,7557e-06	2,7925e-06
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	6,0360e-06	3,2010e-06
I _w [m ⁶], I _t [m ⁴]	2,4890e-12	9,0117e-08
d _y [mm], d _z [mm]	0	0
c _{y,UCS} [mm], c _{z,UCS} [mm]	12	30
α [deg]	0,00	
M _{pl,y+} [Nm], M _{pl,y-} [Nm]	965,76	965,76
M _{pl,z+} [Nm], M _{pl,z-} [Nm]	512,16	512,16
A _L [m ² /m], A ₀ [m ² /m]	1,6983e-01	3,2366e-01

Picture



Przypadki obciążeń

Nazwa	Opis	Rodzaj działania	Grupa obciążeń	Kierunek	Czas trwania	Główny przypadek obciążenia
	Spec	Rodzaj obciążenia				
LC1	Ciężar własny	Stały	LG1	-Z		
		Ciężar własny				
LC2	Panele	Stały	LG2			
		Standard				

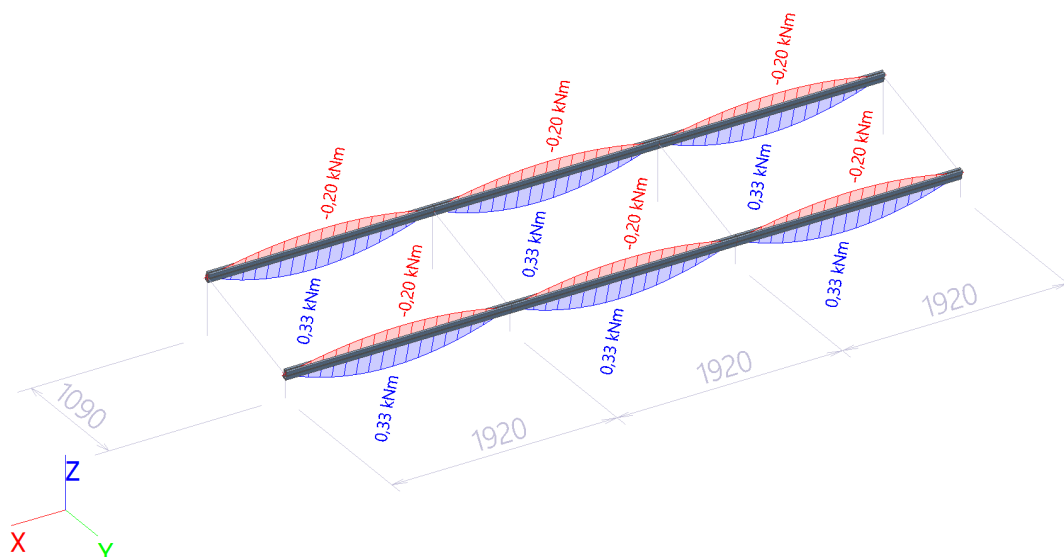
Nazwa	Opis	Rodzaj działania	Grupa obciążeń	Kierunek	Czas trwania	Główny przypadek obciążenia
	Spec	Rodzaj obciążenia				
LC3	Wiatr+	Zmienny	Wiatr1		Krótki	Żadny
	Standard	Stacyczny				
LC4	Wiatr-	Zmienny	Wiatr1		Krótki	Żadny
	Standard	Stacyczny				
LC5	Śnieg	Zmienny	Śnieg1			Żadny
	Śnieg	Stacyczny				

Obciążenie powierzchniowe

Nazwa	Kier	Typ	Współ.	Wartość [kN/m ²]	Przypadek obciążeń	System	Poł
SF1	Z	Siła		-0,12	LC2 - Panele	GUW	Długość
SF2	Z	Siła		-0,12	LC2 - Panele	GUW	Długość
SF3	Z	Siła		-0,12	LC2 - Panele	GUW	Długość
SF4	Z	Siła		-0,10	LC3 - Wiatr+	LUW	Długość
SF5	Z	Siła		-0,10	LC3 - Wiatr+	LUW	Długość
SF6	Z	Siła		-0,10	LC3 - Wiatr+	LUW	Długość
SF7	Z	Siła		0,60	LC4 - Wiatr-	LUW	Długość
SF8	Z	Siła		0,60	LC4 - Wiatr-	LUW	Długość
SF9	Z	Siła		0,60	LC4 - Wiatr-	LUW	Długość
SF10	Z	Śnieg	-0.800	-0,72	LC5 - Śnieg	GUW	Rzut
SF11	Z	Śnieg	-0.800	-0,72	LC5 - Śnieg	GUW	Rzut
SF12	Z	Śnieg	-0.800	-0,72	LC5 - Śnieg	GUW	Rzut

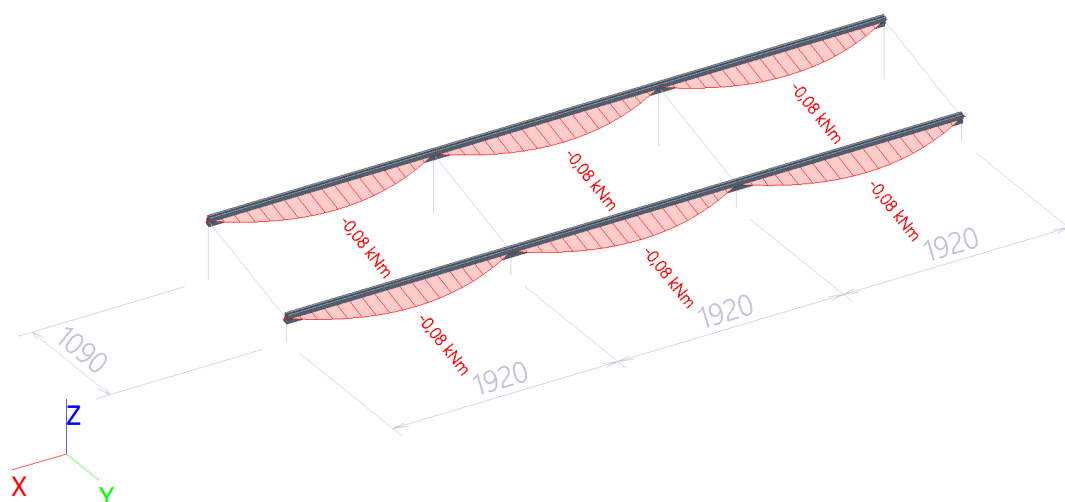
Siły wewnętrzne 1D; M_y

Wartości: **M_y**
 Obliczenie liniowe
 Kombinacja: SGN-Zestaw B (automatyczne)
 Układ współrzędnych: Główny
 Ekstremum 1D: Pręt
 Wybór: Wszystkie



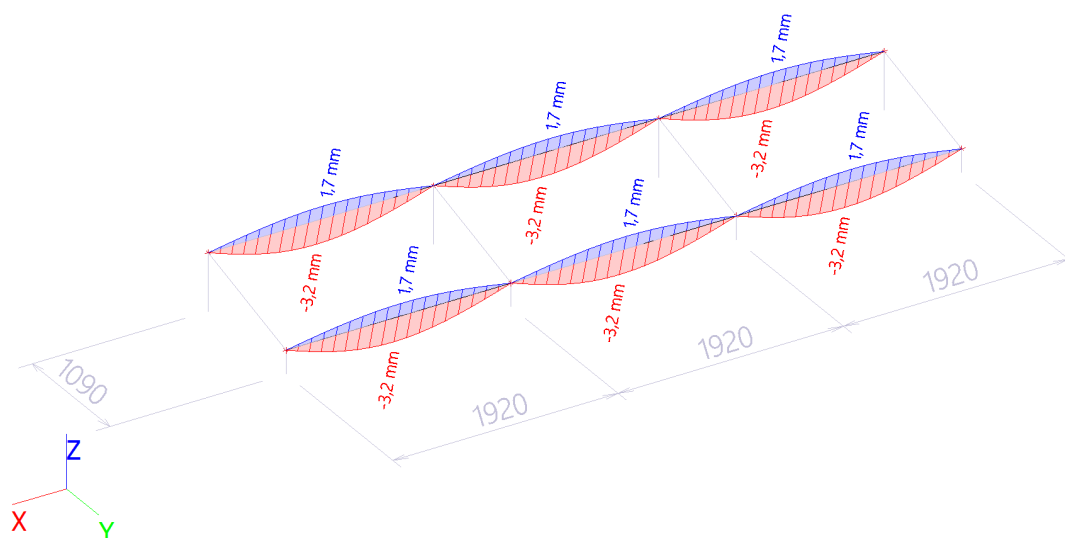
Siły wewnętrzne 1D; M_z

Wartości: **M_z**
 Obliczenie liniowe
 Kombinacja: SGN-Zestaw B (automatyczne)
 Układ współrzędnych: Główny
 Ekstremum 1D: Pręt
 Wybór: Wszystkie



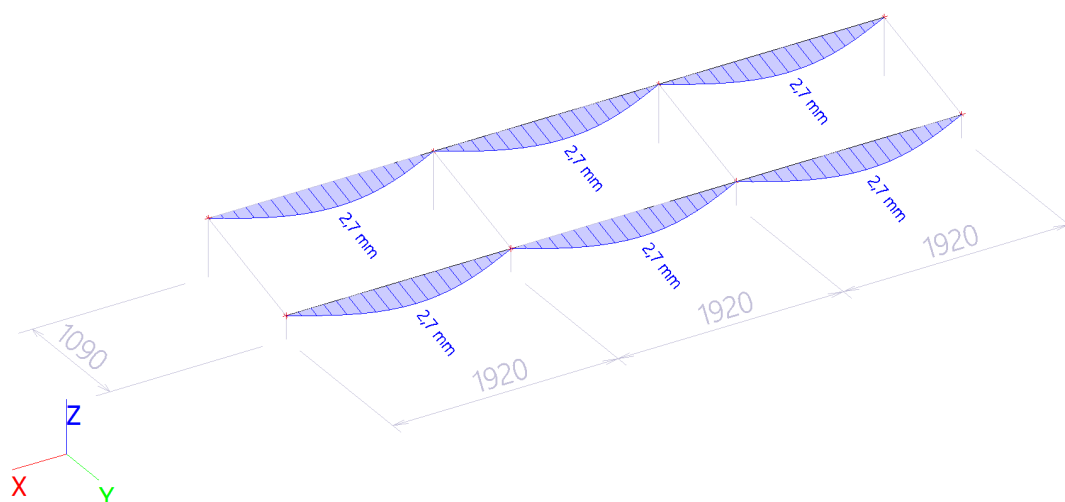
Odształcenia 1D; u_z

Wartości: u_z
Obliczenie liniowe
Kombinacja: SGU-Char. (automatyczne)
Układ współrzędnych: Główny
Ekstremum 1D: Pręt
Wybór: Wszystkie



Odształcenia 1D; u_y

Wartości: u_y
Obliczenie liniowe
Kombinacja: SGU-Char. (automatyczne)
Układ współrzędnych: Główny
Ekstremum 1D: Pręt
Wybór: Wszystkie



EC-EN 1999 Sprawdzenie aluminium SGN; Sprawdzenie całkowite

Wartości: $U_{C_{Overall}}$

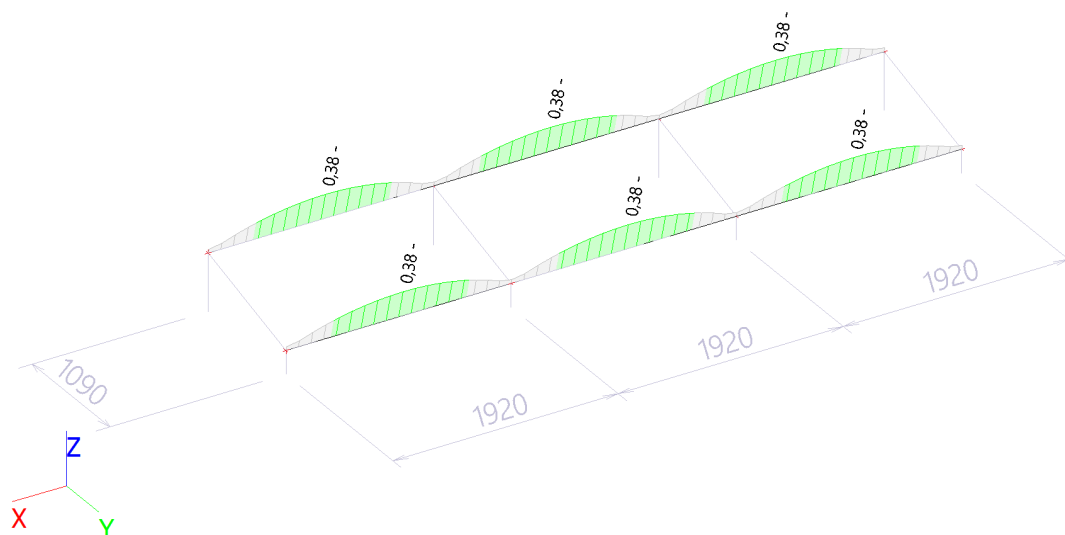
Obliczenie liniowe

Kombinacja: SGN-Zestaw B (automatyczne)

Układ współrzędnych: Główny

Ekstremum 1D: Pręt

Wybór: Wszystkie



EC-EN 1999 Sprawdzenie aluminium SGN

Wartości: **UC_{Overall}**

Obliczenie liniowe

Kombinacja: SGN-Zestaw B (automatyczne)

Układ współrzędnych: Główny

Ekstremum 1D: Globalny

Wybór: Wszystkie

Sprawdzenie wg normy EN 1999-1-1

Załącznik krajowy: Polski NA PN-EN

Pręt B1	0,960 / 1,920 m	Profil aluminiowy	EN-AW 6060 (EP,ET,ER/B) T66 (0-3)	SGN-Zestaw B (automatyczne)	0,38 -
---------	-----------------	-------------------	---	--------------------------------	--------

Klucz do kombinacji

SGN-Zestaw B (automatyczne) / 1.15*LC1 + 1.15*LC2 + 0.90*LC3 + 1.50*LC5

Częściowe współczynniki bezpieczeństwa

γ_{M1} przy sprawdzaniu nośności przekrojów poprzecznych i stateczności	1,10
γ_{M2} dla nośności na rozerwanie	1,25

Materiał

0,2% wytrzymałości umownej	f_o	160,0	MPa
0,2% wytrzymałości umownej w HAZ	$f_{o,HAZ}$	65,0	MPa
Wytrzymałość na rozciąganie	f_u	215,0	MPa
Wytrzymałość na rozciąganie w HAZ	$f_{u,HAZ}$	110,0	MPa
Klasa wyboczeniowa	A		
Produkcja		Wyciskanie	

....SPRAWDZENIE PRZEKROJU:....

Sprawdzenie krytyczne jest w miejscu 0,960 m

Uwaga : Ten przekrój nie znajduje się w strefie poddawanej działaniu ciepła (HAZ).

Siły wewnętrzne		Obliczony	Jednostka
Siła podłużna	N_{Ed}	0,00	kN
Siła ścinająca	$V_{y,Ed}$	0,00	kN
Siła ścinająca	$V_{z,Ed}$	0,00	kN
Moment skręcający	T_{Ed}	0,00	kNm
Moment zginający	$M_{y,Ed}$	0,33	kNm
Moment zginający	$M_{z,Ed}$	-0,08	kNm

Sprawdzenie momentu zginającego — M_y

Zgodnie z EN 1999-1-1, punkt 6.2.5 i wzorem (6.23)

Przekrój jest klasyfikowany jako Klasa 3

Współczynnik kształtu	$\alpha_{y,3,u}$	1,00	
Nośność na zginanie (uplastycznienie)	$M_{0,y,Rd}$	1,45	kNm
Nośność na zginanie	$M_{y,Rd}$	1,45	kNm
Sprawdzenie całkowite		0,23	-

Sprawdzenie momentu zginającego — M_z

Zgodnie z EN 1999-1-1, punkt 6.2.5 i wzorem (6.23)

Przekrój jest klasyfikowany jako Klasa 3

Współczynnik kształtu	$\alpha_{z,3,u}$	1,00	
Nośność na zginanie (uplastycznienie)	$M_{0,z,Rd}$	0,86	kNm
Nośność na zginanie	$M_{z,Rd}$	0,86	kNm
Sprawdzenie całkowite		0,09	-

Sprawdzenie skręcania

Zgodnie z EN 1999-1-1, punkt 6.2.7 i wzorem (6.32)

Włókno		11	
Całkowite naprężenie ścinające na	T_{Ed}	0,0	MPa

skręcanie			
Nośność na naprężenie ścinające na skręcanie	T_{rd}	84,0	MPa
Sprawdzenie całkowite		0,00	-

Sprawdzenie kombinacji zginania, siły osiowej i siły ścinającej

Zgodnie z EN 1999-1-1, punkt 6.2.1(5) i wzorem (6.15)

Właściwości powierzchni efektywnej			
Powierzchnia przekroju skutecznego	A_{eff}	5,6988e-04	m ²
Moduł przekroju skutecznego	$W_{eff,y}$	9,9524e-06	m ³
Moduł przekroju skutecznego	$W_{eff,z}$	5,9379e-06	m ³

Sprawdzenie sprężystości			
Indeks włókna	Włókno	17	
Naprężenie normalne z powodu N_{Ed}	$\sigma_{N,Ed}$	0,0	MPa
Naprężenie normalne z powodu $M_{y,Ed}$	$\sigma_{M_y,Ed}$	32,9	MPa
Naprężenie normalne z powodu $M_{z,Ed}$	$\sigma_{M_z,Ed}$	13,7	MPa
Całkowite naprężenie wzdłużne	$\sigma_{tot,Ed}$	46,7	MPa
Naprężenie ścinające z powodu $V_{y,Ed}$	$\tau_{V_y,Ed}$	0,0	MPa
Naprężenie ścinające z powodu $V_{z,Ed}$	$\tau_{V_z,Ed}$	0,0	MPa
Naprężenia ścinające od skręcania	$\tau_{t,Ed}$	0,0	MPa
Całkowite naprężenie ścinające	$\tau_{tot,Ed}$	0,0	MPa
Stała	C	1,20	
Suma naprężeń von Misesa	$\sigma_{von Mises,Ed}$	46,7	MPa
Sprawdzenie zgodności (naprężenia normalne)		0,32	-
Sprawdzenie zgodności (naprężenia ścinające)		0,00	-
Sprawdzenie zgodności (naprężenia von Misesa)		0,29	-

Pręt spełnia warunki sprawdzenia przekroju.

...:SPRAWDZENIE STATECZNOŚCI:...:

Sprawdzenie zwichrzenia

Zgodnie z EN 1999-1-1, punkt 6.3.2.1 i wzorem (6.54)

Parametry zwichrzenia			
Sprężysty wskaźnik przekroju	$W_{el,y}$	9,9524e-06	m ³
Sprężysty moment krytyczny	M_{cr}	8,25	kNm
Współczynnik imperfekcji	α	1,00	
Współczynnik imperfekcji	α_{LT}	0,20	
Smukłość graniczna	$\lambda_{rel,0,LT}$	0,40	
Smukłość względna	$\lambda_{rel,LT}$	0,44	

Parametry M_{cr}			
Długość zwichrzenia	$l_{c,LT}$	1,920	m
Wpływ pozycji obciążenia		brak wpływu	
Współczynnik korekcyjny	k	1,00	
Współczynnik korekcyjny	k_{sw}	1,00	
NEN – współczynnik momentu	C_1	1,13	
NEN – współczynnik momentu	C_2	0,45	
NEN – współczynnik momentu	C_3	0,53	
Odległość od środka ścinania	d_z	0	mm
Odległość przyłożenia obciążenia	z_g	0	mm
Mono-symetria stała	z_j	0	mm

Uwaga : Parametry C są określone zgodnie z ECCS 119 2006 / Galea 2002

Uwaga : Smukłość lub moment zginający powoduje, że wpływy zwichrzenia można zignorować zgodnie z EN 1999-1-1 pkt 6.3.2.2(4).

Sprawdzenie zginania i osiowego ściskania

Zgodnie z EN 1999-1-1, punkt 6.3.3.1, 6.3.3.2 i wzorem (6.59) i (6.63)

Parametry wyboczenia giętnego			
Współczynnik zmniejszający	χ_y	1,00	
Współczynnik zmniejszający	χ_z	1,00	
Wykładnik	ξ_{yc}	0,80	

Parametry wyboczenia giętnego			
Wykładnik	ξ_{zc}	0,80	
Nośność na wyboczenie giętno	$N_{y,Rd}$	48,64	kN
Nośność na wyboczenie giętno	$N_{z,Rd}$	18,07	kN
Nośność na zginanie	$M_{y,Rd}$	1,45	kNm
Nośność na zginanie	$M_{z,Rd}$	0,86	kNm

Sprawdzenie zgodności (6.59) = $0,00 + 0,23 = 0,23$ -
 Sprawdzenie zgodności (6.59*) = $0,00 + 0,09 = 0,09$ -

Parametry zwiczenia			
Współczynnik zmniejszający	$\chi_{z,LT}$	1,00	
Wykładnik	$\xi_{zc,LT}$	0,80	
Wykładnik	$\eta_{c,LT}$	0,80	
Wykładnik	γ_c	1,00	
Nośność przy zwiczeniu	$M_{b,Rd}$	1,43	kNm
Nośność na wyboczenie giętno	$N_{z,b,Rd}$	18,07	kN

Sprawdzenie zgodności (6.63) = $0,00 + 0,23 + 0,15 = 0,38$ -

Pręt spełnia warunki sprawdzenia stateczności.

EC-EN 1999 Sprawdzenie aluminium SGU; Check Overall

Wartości: **Check Overall**

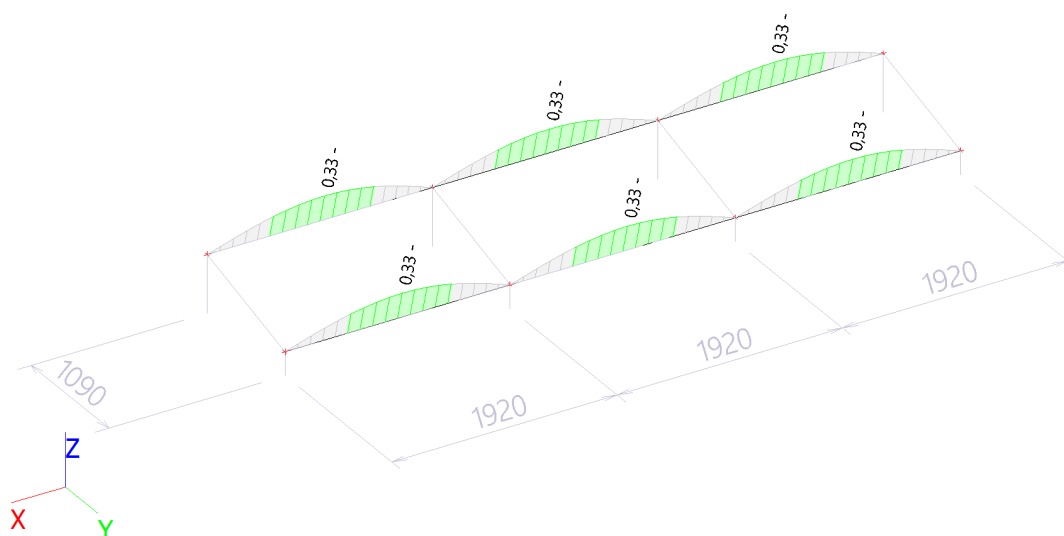
Obliczenie liniowe

Kombinacja: SGU-Char. (automatyczne)

Układ współrzędnych: Główny

Ekstremum 1D: Pręt

Wybór: Wszystkie



EC-EN 1999 Sprawdzenie aluminium SGU

Obliczenie liniowe

Kombinacja: SGU-Char. (automatyczne)

Układ współrzędnych: Główny

Ogólne sprawdzenie zgodności

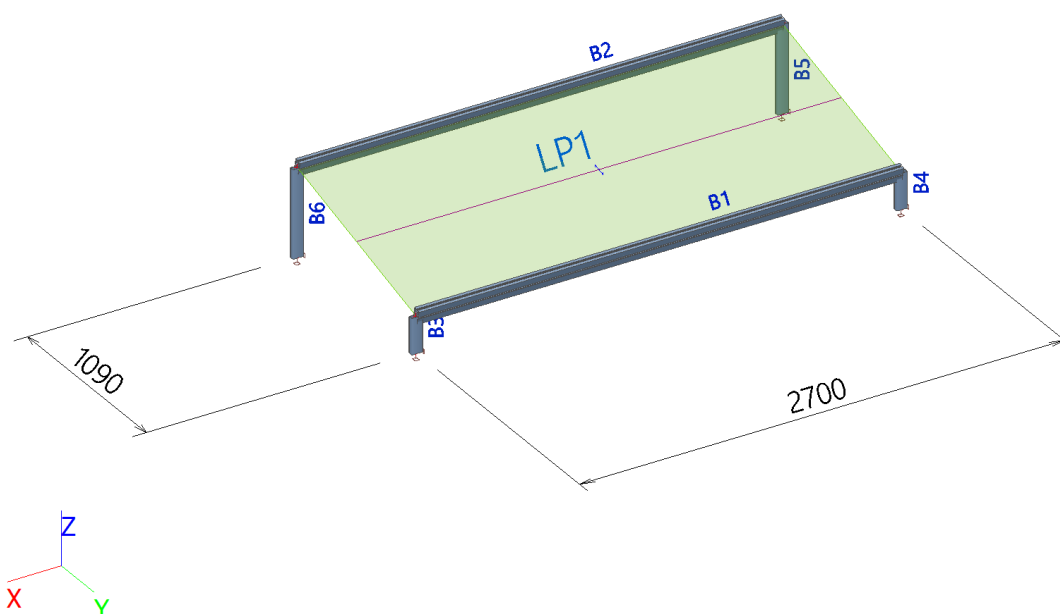
Nazwa	dx [m]	Przypadek	u _{y,max} [mm] u _{z,max} [mm]	u _{y,var} [mm] u _{z,var} [mm]	Lim. u _{y,max} [mm] Lim. u _{z,max} [mm]	Lim. u _{y,var} [mm] Lim. u _{z,var} [mm]	Sprawdzenie u _{y,max} [-] Sprawdzenie u _{z,max} [-]	Sprawdzenie u _{y,var} [-] Sprawdzenie u _{z,var} [-]	Check Overall [-]
B2	0,960	SGU-Char. (automatyczne)/1	2,7 -3,2	2,2 -2,7	9,6 9,6	9,6 9,6	0,28 0,33	0,23 0,28	0,33

Nazwa	Klucz do kombinacji
SGU-Char. (automatyczne)/1	LC1 + LC2 + 0.60*LC3 + LC5

4.2.2. Sprawdzenie maksymalnej rozpiętości dla profilu aluminiowego 40x80

Maksymalna rozpiętość dla profilu aluminiowego to: 270cm

Analizowany model



Pręty

Nazwa	Przekrój poprzeczny	Materiał	Długość [m]	Typ
B1	PROF 80x40 - Profil aluminiowy	EN-AW 6060 (EP,ET,ER/B) T66 (0-3)	2,700	ogólny (0)
B2	PROF 80x40 - Profil aluminiowy	EN-AW 6060 (EP,ET,ER/B) T66 (0-3)	2,700	ogólny (0)
B3	SŁUPEK	EN-AW 6060 (EP,ET,ER/B) T66 (0-3)	0,200	słup (100)
B4	SŁUPEK	EN-AW 6060 (EP,ET,ER/B) T66 (0-3)	0,200	słup (100)
B5	SŁUPEK	EN-AW 6060 (EP,ET,ER/B) T66 (0-3)	0,490	słup (100)
B6	SŁUPEK	EN-AW 6060 (EP,ET,ER/B) T66 (0-3)	0,490	słup (100)

Materiały

Stal wg EC3

Nazwa	ρ [kg/m³]	E_{mod} [MPa]	μ	Granica dolna [mm]	Granica górna [mm]	F_y [MPa]	F_u [MPa]	Kolor
		G_{mod} [MPa]	α [m/mK]					
S 235	7850,00	2,1000e+05	0.3	0	40	235,0	360,0	
		8.0769e+04	0.01e-003	40	80	215.0	360.0	

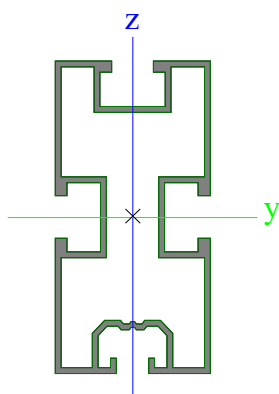
Aluminium EC9

Nazwa	ρ [kg/m ³]	E_{mod} [MPa]	μ	Wytrzymałość umowna 0.2% (fo) [MPa]
Rodzaj		G_{mod} [MPa]	α [m/mK]	Wytrzymałość umowna 0.2% (fo,haz) [MPa]
				wartość n dla analizy plastycznej (np)
EN-AW 6060 (EP,ET,ER/B) T66 (0-3)	2700,00	7,0000e+04	0,3	160,0
Aluminium		2,6923e+04	0,02e-003	65,0
				16

Przekroje poprzeczne

PROF 80x40		
Typ	Profil aluminiowy	
Pozycja materiału	EN-AW 6060 (EP,ET,ER/B) T66 (0-3)	
Produkcja	wyciskanie	
A [m ²]	5,6988e-04	
A _y [m ²], A _z [m ²]	4,6654e-05	1,3926e-04
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	3,9931e-07	1,1877e-07
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	9,9524e-06	5,9379e-06
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	1,3263e-05	7,5604e-06
I _w [m ⁶], I _t [m ⁴]	2,0742e-11	8,9210e-08
d _y [mm], d _z [mm]	0	0
C _{y,ucs} [mm], C _{z,ucs} [mm]	4	1
α [deg]	0,00	
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	2122,01	2122,01
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	1209,67	1209,67
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	4,0077e-01	7,2025e-01

Obrazek



Przypadki obciążeń

Nazwa	Opis	Rodzaj działania	Grupa obciążeń	Kierunek	Czas trwania	Główny przypadek obciążenia
	Spec	Rodzaj obciążenia				
LC1	Ciężar własny	Stały	LG1	-Z		
		Ciężar własny				

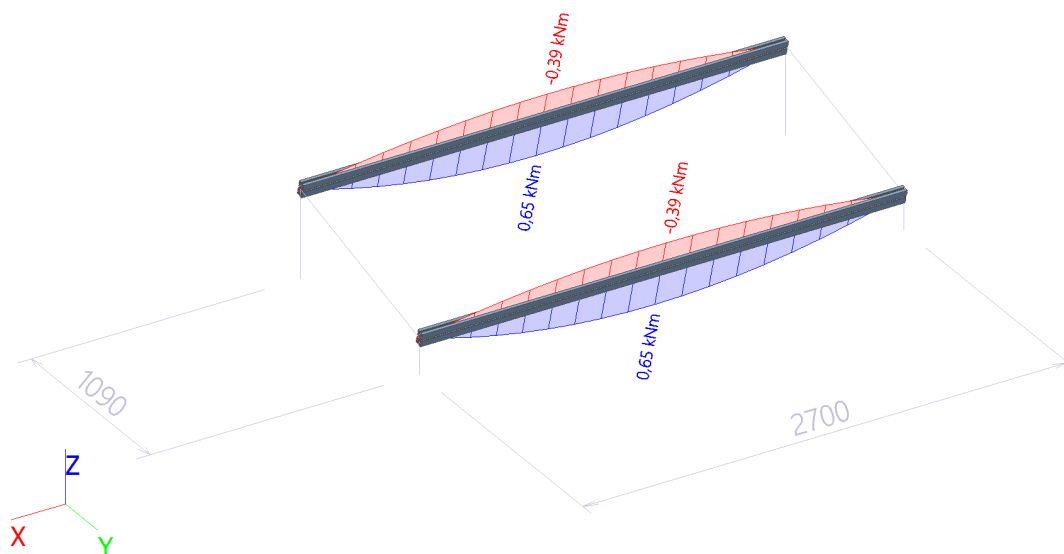
Nazwa	Opis	Rodzaj działania	Grupa obciążeń	Kierunek	Czas trwania	Główny przypadek obciążenia
	Spec	Rodzaj obciążenia				
LC2	Panele	Staly	LG2			
		Standard				
LC3	Wiatr+	Zmienny	Wiatr1		Krótki	Żadny
	Standard	Statyczny				
LC4	Wiatr-	Zmienny	Wiatr1		Krótki	Żadny
	Standard	Statyczny				
LC5	Śnieg	Zmienny	Śnieg1			Żadny
	Śnieg	Statyczny				

Obciążenie powierzchniowe

Nazwa	Kier	Typ	Współ.	Wartość [kN/m²]	Przypadek obciążeń	System	Poł
SF1	Z	Siła		-0,12	LC2 - Panele	GUW	Długość
SF4	Z	Siła		-0,10	LC3 - Wiatr+	LUW	Długość
SF7	Z	Siła		0,60	LC4 - Wiatr-	LUW	Długość
SF10	Z	Śnieg	-0.800	-0,72	LC5 - Śnieg	GUW	Rzut

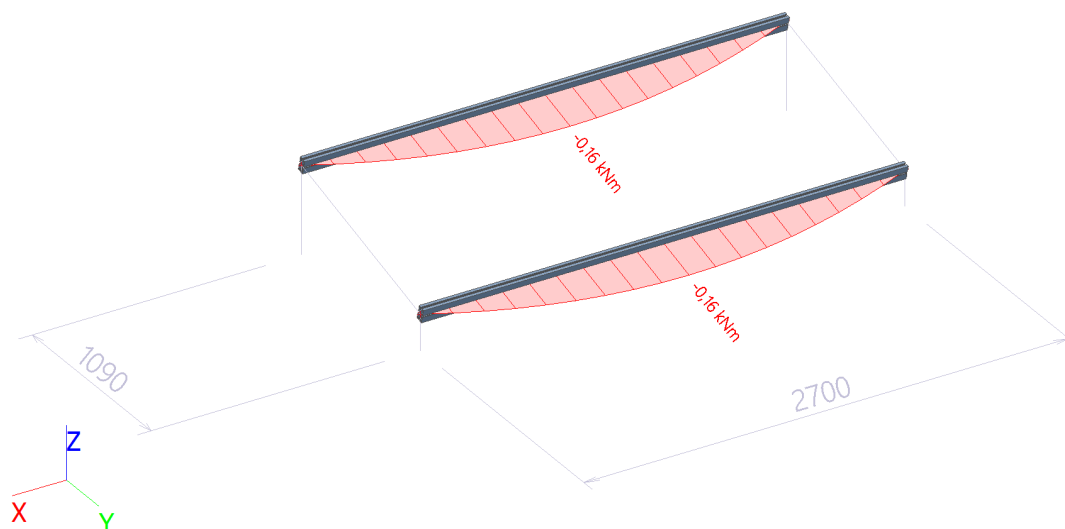
Siły wewnętrzne 1D; M_y

Wartości: **M_y**
 Obliczenie liniowe
 Kombinacja: SGN-Zestaw B (automatyczne)
 Układ współrzędnych: Główny
 Ekstremum 1D: Pręt
 Wybór: Wszystkie



Siły wewnętrzne 1D; M_z

Wartości: **M_z**
 Obliczenie liniowe
 Kombinacja: SGN-Zestaw B (automatyczne)
 Układ współrzędnych: Główny
 Ekstremum 1D: Pręt
 Wybór: Wszystkie



Odształcenia 1D; u_z

Wartości: u_z

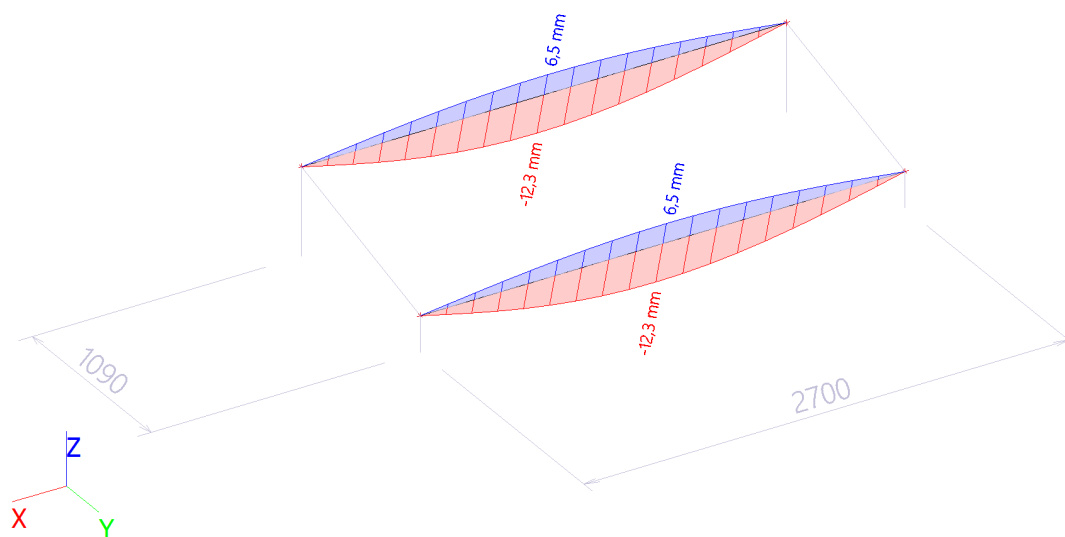
Obliczenie liniowe

Kombinacja: SGU-Char. (automatyczne)

Układ współrzędnych: Główny

Ekstremum 1D: Pręt

Wybór: Wszystkie

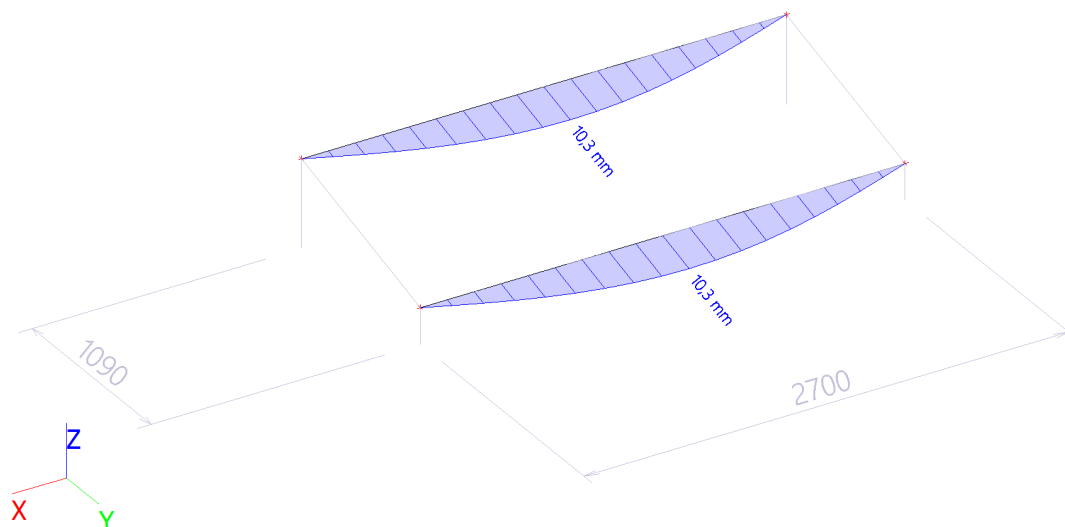


Odształcenia 1D; u_y

Wartości: u_y

Obliczenie liniowe

Kombinacja: SGU-Char. (automatyczne)

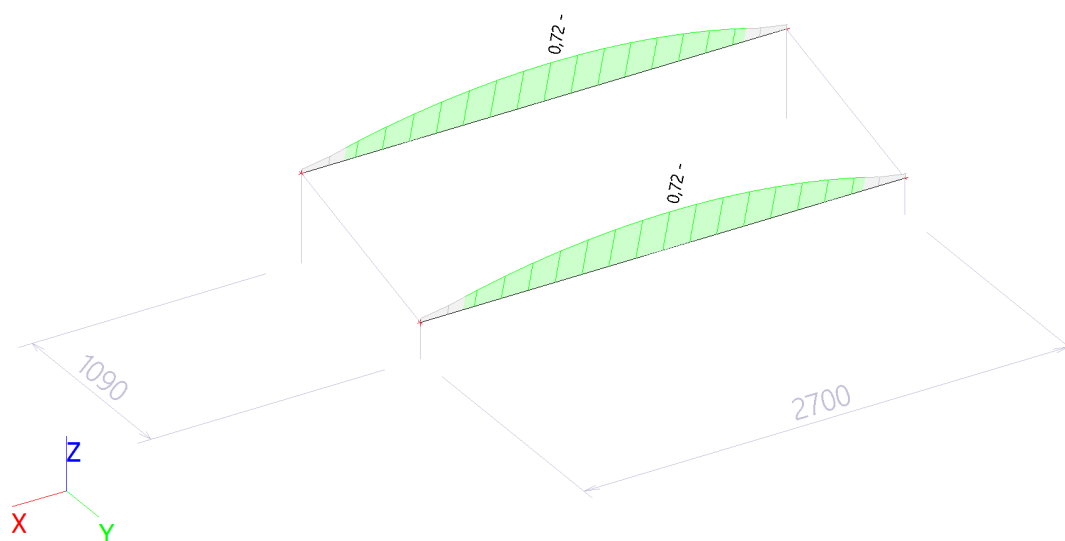


EC-EN 1999 Sprawdzenie aluminium SGN; Sprawdzenie całkowite

Wartości: $UC_{Overall}$

Obliczenie liniowe

Kombinacja: SGN-Zestaw B (automatyczne)



EC-EN 1999 Sprawdzenie aluminium SGN

Wartości: $UC_{Overall}$

Obliczenie liniowe

Kombinacja: SGN-Zestaw B (automatyczne)

Układ współrzędnych: Główny

Ekstremum 1D: Globalny

Wybór: Wszystkie

Sprawdzenie wg normy EN 1999-1-1

Załącznik krajowy: Polski NA PN-EN

*Budowa instalacji fotowoltaicznej posadowionej na budynku dydaktycznym
Centrum Edukacyjnego Usług Elektronicznych Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu*

Pręt B1	1,350 / 2,700 m	Profil aluminiowy	EN-AW 6060 (EP,ET,ER/B) T66 (0-3)	SGN-Zestaw B (automatyczne)	0,72 -
---------	-----------------	-------------------	---	--------------------------------	--------

Klucz do kombinacji
SGN-Zestaw B (automatyczne) / 1.15*LC1 + 1.15*LC2 + 0.90*LC3 + 1.50*LC5

Częściowe współczynniki bezpieczeństwa	
γ_{M1} przy sprawdzaniu nośności przekrojów poprzecznych i stateczności	1,10
γ_{M2} dla nośności na rozerwanie	1,25

Materiał			
0,2% wytrzymałości umownej	f_o	160,0	MPa
0,2% wytrzymałości umownej w HAZ	$f_{o,HAZ}$	65,0	MPa
Wytrzymałość na rozciąganie	f_u	215,0	MPa
Wytrzymałość na rozciąganie w HAZ	$f_{u,HAZ}$	110,0	MPa
Klasa wyrobieniowa		A	
Produkcja		Wyciskanie	

....SPRAWDZENIE PRZEKROJU:...

Sprawdzenie krytyczne jest w miejscu 1,350 m

Uwaga : Ten przekrój nie znajduje się w strefie poddawanej działaniu ciepła (HAZ).

Siły wewnętrzne		Obliczony	Jednostka
Siła podłużna	N_{Ed}	0,00	kN
Siła ścinająca	$V_{y,Ed}$	0,00	kN
Siła ścinająca	$V_{z,Ed}$	0,00	kN
Moment skręcający	T_{Ed}	0,00	kNm
Moment zginający	$M_{y,Ed}$	0,65	kNm
Moment zginający	$M_{z,Ed}$	-0,16	kNm

Klasyfikacja projektu przekroju

Ostrzeżenie: Kształt początkowy nie został zdefiniowany dla tego przekroju poprzecznego! Bez kształtu początkowego nie można uzyskać efektywnych właściwości przekroju poprzecznego.
Zamiast nich zostaną użyte właściwości przekroju brutto, a przekrój poprzeczny zostanie sprawdzony jako przekrój sprężysty klasy 3.

Sprawdzenie momentu zginającego — M_y

Zgodnie z EN 1999-1-1, punkt 6.2.5 i wzorem (6.23)

Przekrój jest klasyfikowany jako Klasa 3

Współczynnik kształtu	$\alpha_{y3,u}$	1,00	
Nośność na zginanie (uplastycznienie)	$M_{0,y,Rd}$	1,45	kNm
Nośność na zginanie	$M_{y,Rd}$	1,45	kNm
Sprawdzenie całkowite		0,45	-

Sprawdzenie momentu zginającego — M_z

Zgodnie z EN 1999-1-1, punkt 6.2.5 i wzorem (6.23)

Przekrój jest klasyfikowany jako Klasa 3

Współczynnik kształtu	$\alpha_{z3,u}$	1,00	
Nośność na zginanie (uplastycznienie)	$M_{0,z,Rd}$	0,86	kNm
Nośność na zginanie	$M_{z,Rd}$	0,86	kNm
Sprawdzenie całkowite		0,19	-

Sprawdzenie kombinacji zginania, siły osiowej i siły ścinającej

Zgodnie z EN 1999-1-1, punkt 6.2.1(5) i wzorem (6.15)

Właściwości powierzchni efektywnej			
Powierzchnia przekroju skutecznego	A_{eff}	5,6988e-04	m ²
Moduł przekroju skutecznego	$W_{eff,y}$	9,9524e-06	m ³
Moduł przekroju skutecznego	$W_{eff,z}$	5,9379e-06	m ³

Sprawdzenie sprężystości			
Indeks włókna	Włókno	17	
Napężenie normalne z powodu N_{Ed}	$\sigma_{N,Ed}$	0,0	MPa
Napężenie normalne z powodu $M_{y,Ed}$	$\sigma_{My,Ed}$	65,1	MPa
Napężenie normalne z powodu $M_{z,Ed}$	$\sigma_{Mz,Ed}$	27,2	MPa
Całkowite napężenie wzdłużne	$\sigma_{tot,Ed}$	92,3	MPa
Napężenie ścinające z powodu $V_{y,Ed}$	$\tau_{Vy,Ed}$	0,0	MPa
Napężenie ścinające z powodu $V_{z,Ed}$	$\tau_{Vz,Ed}$	0,0	MPa
Napężenia ścinające od skręcania	$\tau_{t,Ed}$	0,0	MPa
Całkowite napężenie ścinające	$\tau_{tot,Ed}$	0,0	MPa
Stała	C	1,20	
Suma naprężeń von Misesa	$\sigma_{von Mises,Ed}$	92,3	MPa
Sprawdzenie zgodności (napężenia normalne)		0,63	-
Sprawdzenie zgodności (napężenia ścinające)		0,00	-
Sprawdzenie zgodności (napężenia von Misesa)		0,58	-

Uwaga : Ten typ przekroju poprzecznego nie jest objęty normą EN 1999-1-1 dla sprawdzenia przekroju złożonego. W związku z tym weryfikowane jest kryterium plastyczności sprężystej zgodnie z punktem 6.2.1(5) normy EN 1999-1-1.

Pręt spełnia warunki sprawdzenia przekroju.

....SPRAWDZENIE STATECZNOŚCI:...

Sprawdzenie zwichrzenia

Zgodnie z EN 1999-1-1, punkt 6.3.2.1 i wzorem (6.54)

Parametry zwichrzenia			
Sprężysty wskaźnik przekroju	$W_{el,y}$	9,9524e-06	m ³
Sprężysty moment krytyczny	M_{cr}	5,86	kNm
Współczynnik imperfekcji	α	1,00	
Współczynnik imperfekcji	α_{LT}	0,20	
Smukłość graniczna	$\lambda_{rel,0,LT}$	0,40	
Smukłość względna	$\lambda_{rel,LT}$	0,52	

Parametry M_{cr}			
Długość zwichrzenia	$l_{c,LT}$	2,700	m
Wpływ pozycji obciążenia		brak wpływu	
Współczynnik korekcyjny	k	1,00	
Współczynnik korekcyjny	k_w	1,00	
NEN – współczynnik momentu	C_1	1,13	
NEN – współczynnik momentu	C_2	0,45	
NEN – współczynnik momentu	C_3	0,53	
Odległość od środka ścinania	d_z	0	mm
Odległość przyłożenia obciążenia	z_g	0	mm
Mono-symetria stała	z_l	0	mm

Uwaga : Parametry C są określone zgodnie z ECCS 119 2006 / Galea 2002

Uwaga : Smukłość lub moment zginający powoduje, że wpływy zwichrzenia można zignorować zgodnie z EN 1999-1-1 pkt 6.3.2.2(4).

Sprawdzenie zginania i osiowego ściskania

Zgodnie z EN 1999-1-1, punkt 6.3.3.1, 6.3.3.2 i wzorem (6.59) i (6.63)

Parametry wyboczenia giętnego			
Współczynnik zmniejszający	χ_y	1,00	
Współczynnik zmniejszający	χ_z	1,00	
Wykładnik	ξ_{yc}	0,80	
Wykładnik	ξ_{zc}	0,80	
Nośność na wyboczenie giętne	$N_{y,Rd}$	29,02	kN
Nośność na wyboczenie giętne	$N_{z,Rd}$	9,50	kN
Nośność na zginanie	$M_{y,Rd}$	1,45	kNm
Nośność na zginanie	$M_{z,Rd}$	0,86	kNm

Sprawdzenie zgodności (6.59) = 0,00 + 0,45 = 0,45 -
Sprawdzenie zgodności (6.59*) = 0,00 + 0,19 = 0,19 -

Parametry zwiczenia			
Współczynnik zmniejszający	$\chi_{c,LT}$	1,00	
Wykładnik	$\xi_{c,LT}$	0,80	
Wykładnik	$\eta_{c,LT}$	0,80	
Wykładnik	γ_c	1,00	
Nośność przy zwiczeniu	$M_{b,Rd}$	1,40	kNm
Nośność na wybozenie gietne	$N_{z,b,Rd}$	9,50	kN

Sprawdzenie zgodności (6.63) = 0,00 + 0,46 + 0,26 = 0,72 -

Pręt spełnia warunki sprawdzenia stateczności.

EC-EN 1999 Sprawdzenie aluminium SGU; Check Overall

Wartości: **Check Overall**

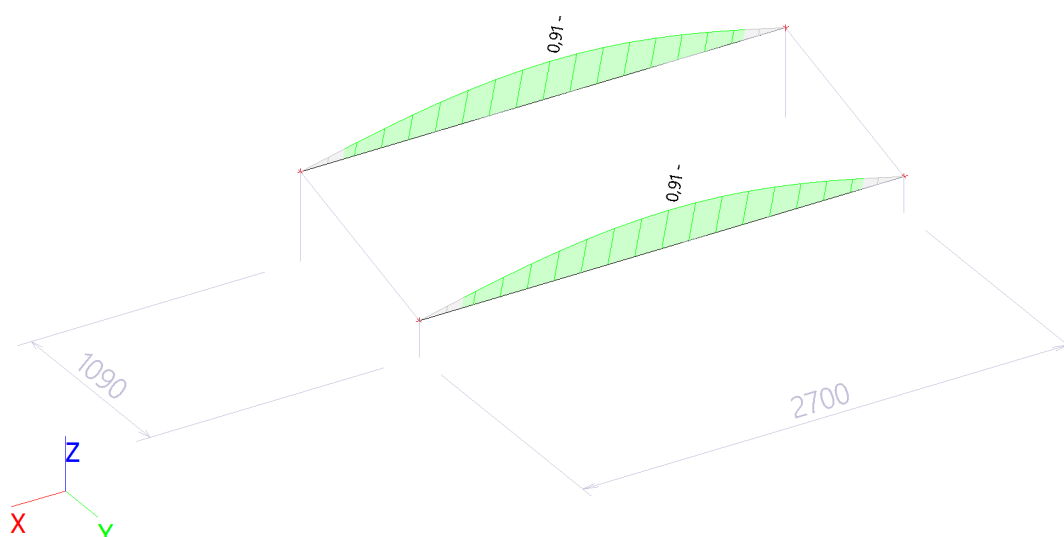
Obliczenie liniowe

Kombinacja: SGU-Char. (automatyczne)

Układ współrzędnych: Główny

Ekstremum 1D: Pręt

Wybór: Wszystkie



EC-EN 1999 Sprawdzenie aluminium SGU

Obliczenie liniowe

Kombinacja: SGU-Char. (automatyczne)

Układ współrzędnych: Główny

Ekstremum 1D: Globalny

Wybór: Wszystkie

Filtr: Warstwa = Profile

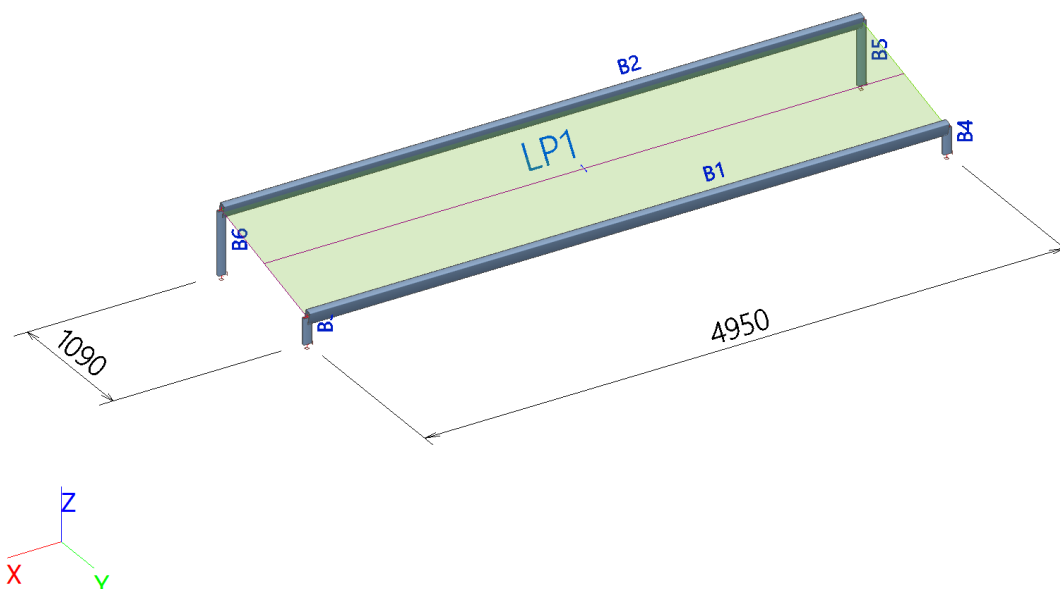
Ogólne sprawdzenie zgodności

Nazwa	dx [m]	Przypadek	$u_{y,max}$ [mm] $u_{z,max}$ [mm]	$u_{y,var}$ [mm] $u_{z,var}$ [mm]	Lim. $u_{y,max}$ [mm] Lim. $u_{z,max}$ [mm]	Lim. $u_{y,var}$ [mm] Lim. $u_{z,var}$ [mm]	Sprawdzenie $u_{y,max}$ [-] Sprawdzenie $u_{z,max}$ [-]	Sprawdzenie $u_{y,var}$ [-] Sprawdzenie $u_{z,var}$ [-]	Check Overall [-]
B1	1,350	SGU-Char. (automatyczne)/1	10,3 -12,3	8,5 -10,3	13,5 13,5	13,5 13,5	0,77 0,91	0,63 0,76	0,91

Nazwa	Klucz do kombinacji
SGU-Char. (automatyczne)/1	LC1 + LC2 + 0.60*LC3 + LC5

4.2.3. Profil stalowy – rozpiętość <=495cm

Analizowany model



Pręty

Nazwa	Przekrój poprzeczny	Materiał	Długość [m]	Węzeł początkowy	Węzeł końcowy	Typ
B1	B-STAL1 - RHS (100; 50; 3; 5; 3)	S 235	4,950	N1	N2	ogólny (0)
B2	B-STAL1 - RHS (100; 50; 3; 5; 3)	S 235	4,950	N3	N10	ogólny (0)
B3	SŁUPEK	EN-AW 6060 (EP,ET,ER/B) T66 (0-3)	0,200	N5	N2	słup (100)
B4	SŁUPEK	EN-AW 6060 (EP,ET,ER/B) T66 (0-3)	0,200	N6	N1	słup (100)
B5	SŁUPEK	EN-AW 6060 (EP,ET,ER/B) T66 (0-3)	0,490	N8	N3	słup (100)
B6	SŁUPEK	EN-AW 6060 (EP,ET,ER/B) T66 (0-3)	0,490	N7	N10	słup (100)

Materiały

Stal wg EC3

Nazwa	ρ [kg/m³]	E_{mod} [MPa]	μ	Granica dolna [mm]	Granica górna [mm]	F_y [MPa]	F_u [MPa]	Kolor
		G_{mod} [MPa]	α [m/mK]					
S 235	7850,00	2,1000e+05	0.3	0	40	235,0	360,0	
		8,0769e+04	0,01e-003	40	80	215,0	360,0	

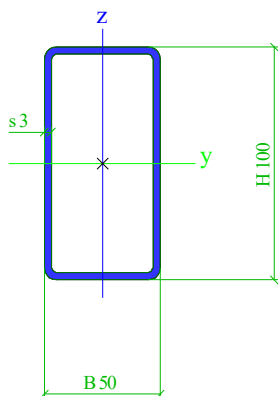
Aluminium EC9

Nazwa	ρ [kg/m³]	E_{mod} [MPa]	μ	Wytrzymałość umowna 0.2% (fo) [MPa]
Rodzaj		G_{mod} [MPa]	α [m/mK]	Wytrzymałość umowna 0.2% (fo,haz) [MPa]
				wartość n dla analizy plastycznej (np)
EN-AW 6060 (EP,ET,ER/B) T66 (0-3)	2700,00	7,0000e+04	0.3	160,0
Aluminium		2,6923e+04	0,02e-003	65,0
				16

Przekroje poprzeczne

B-STAL1		
Typ	RHS	
Szczegółowy	100; 50; 3; 5; 3	
Pozycja materiału	S 235	
Produkcja	walcowany	
Wyboczenie giętkie y-y, Wyboczenie giętkie z-z	a	a
A [m ²]	8,5001e-04	
A _y [m ²], A _z [m ²]	2,8334e-04	5,6667e-04
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	1,0859e-06	3,6550e-07
W _{el.y} [m ³], W _{el.z} [m ³]	2,1717e-05	1,4620e-05
W _{pl.y} [m ³], W _{pl.z} [m ³]	2,7100e-05	1,6650e-05
I _w [m ⁶], I _t [m ⁴]	4,6875e-10	8,6861e-07
d _y [mm], d _z [mm]	0	0
C _{y,UCS} [mm], C _{z,UCS} [mm]	25	50
α [deg]	0,00	
M _{pl.y,+} [Nm], M _{pl.y,-} [Nm]	6368,57	6368,57
M _{pl.z,+} [Nm], M _{pl.z,-} [Nm]	3912,75	3912,75
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	2,9138e-01	5,6220e-01

Obrazek



Przypadki obciążeń

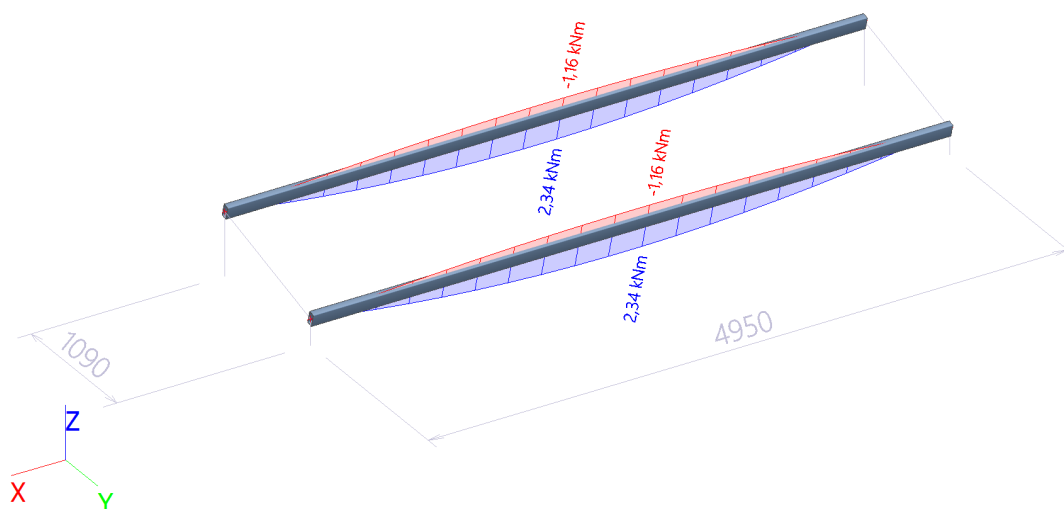
Nazwa	Opis	Rodzaj działania	Grupa obciążeń	Kierunek	Czas trwania	Główny przypadek obciążenia
	Spec	Rodzaj obciążenia				
LC1	Ciężar własny	Stały	LG1	-Z		
		Ciężar własny				
LC2	Panele	Stały	LG2			
		Standard				
LC3	Wiatr+	Zmienny	Wiatr1		Krótki	Żadny
	Standard	Statyczny				
LC4	Wiatr-	Zmienny	Wiatr1		Krótki	Żadny
	Standard	Statyczny				
LC5	Śnieg	Zmienny	Śnieg1			Żadny
	Śnieg	Statyczny				

Obciążenie powierzchniowe

Nazwa	Kier	Typ	Współ.	Wartość [kN/m ²]	Przypadek obciążeń	System	Poł
SF1	Z	Siła		-0,12	LC2 - Panele	GUW	Długość
SF4	Z	Siła		-0,10	LC3 - Wiatr+	LUW	Długość
SF7	Z	Siła		0,60	LC4 - Wiatr-	LUW	Długość
SF10	Z	Śnieg	-0.800	-0,72	LC5 - Śnieg	GUW	Rzut

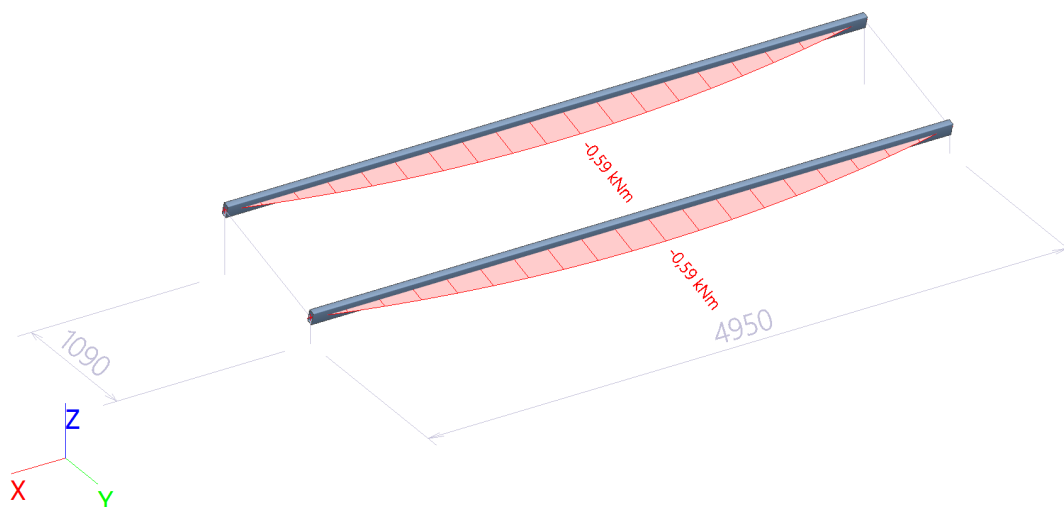
Siły wewnętrzne 1D; M_y

Wartości: M_y
Obliczenie liniowe
Kombinacja: SGN-Zestaw B (automatyczne)
Układ współrzędnych: Główny
Ekstremum 1D: Pręt
Wybór: Wszystkie



Siły wewnętrzne 1D; M_z

Wartości: M_z
Obliczenie liniowe
Kombinacja: SGN-Zestaw B (automatyczne)
Układ współrzędnych: Główny
Ekstremum 1D: Pręt
Wybór: Wszystkie



Odkształcenia 1D; u_z

Wartości: u_z

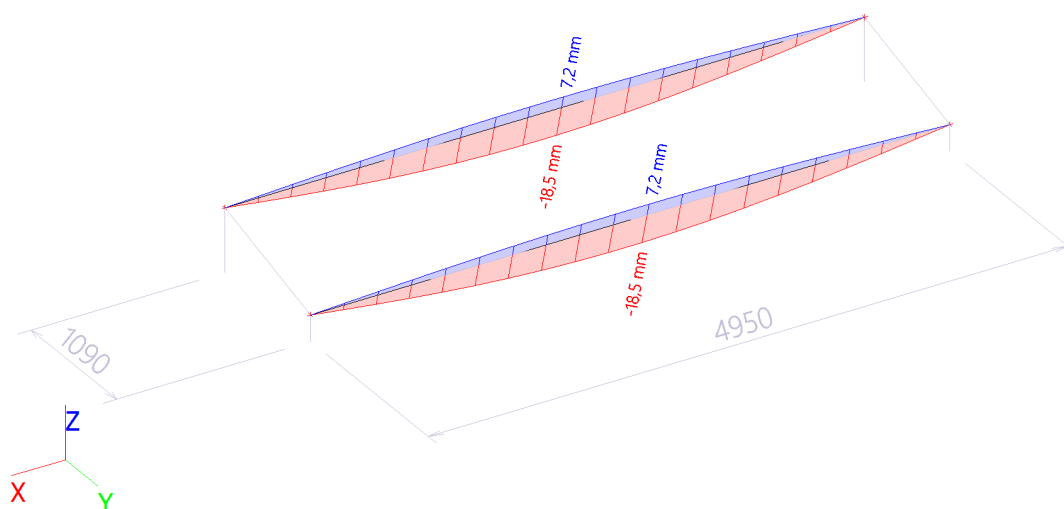
Obliczenie liniowe

Kombinacja: SGU-Char. (automatyczne)

Układ współrzędnych: Główny

Ekstremum 1D: Pręt

Wybór: Wszystkie



Odkształcenia 1D; u_y

Wartości: u_y

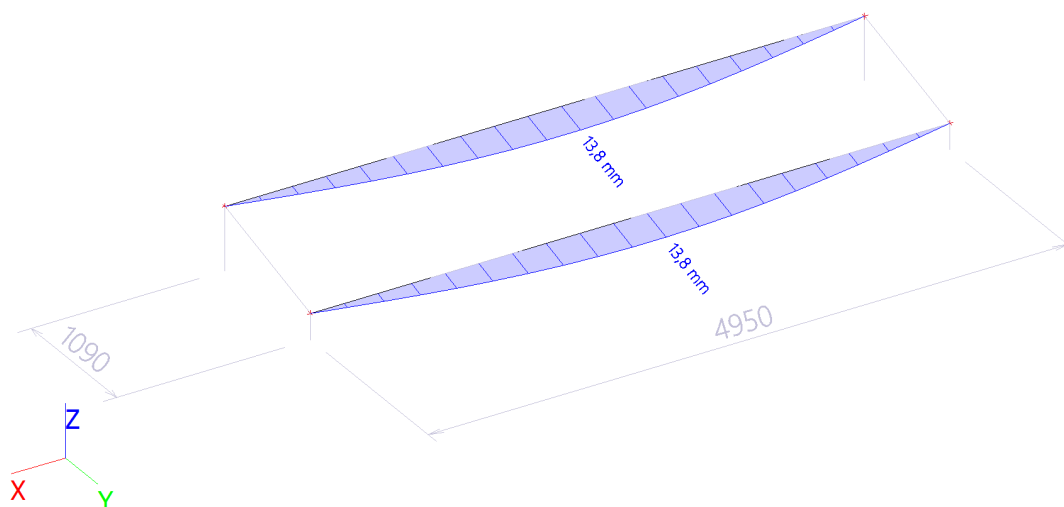
Obliczenie liniowe

Kombinacja: SGU-Char. (automatyczne)

Układ współrzędnych: Główny

Ekstremum 1D: Pręt

Wybór: Wszystkie



EC-EN 1993 Sprawdzenie stali SGN; Sprawdzenie całkowite

Wartości: **UC_{Overall}**

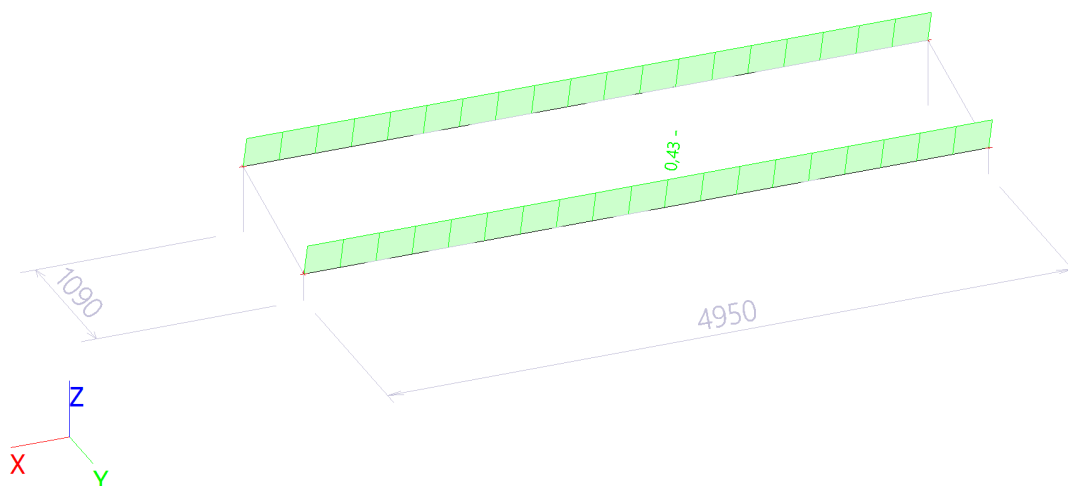
Obliczenie liniowe

Kombinacja: SGN-Zestaw B (automatyczne)

Układ współrzędnych: Główny

Ekstremum 1D: Globalny

Wybór: Wszystkie



EC-EN 1993 Sprawdzenie stali SGN

Wartości: **UC_{Overall}**

Obliczenie liniowe

Kombinacja: SGN-Zestaw B (automatyczne)

Układ współrzędnych: Główny

Ekstremum 1D: Globalny

Wybór: Wszystkie

Wybrane przekroje: W pobliżu środka

Sprawdzenie wg normy EN 1993-1-1

Załącznik krajowy: Polski NA PN-EN

Pręt B1	2,345 / 4,950 m	RHS (100; 50; 3; 5; 3)	Walcowany	S 235	SGN-Zestaw B (automatyczne)	0,43 -
---------	-----------------	------------------------	-----------	-------	-----------------------------	--------

Klucz do kombinacji

SGN-Zestaw B (automatyczne) / $1.15 \cdot LC1 + 1.15 \cdot LC2 + 0.90 \cdot LC3 + 1.50 \cdot LC5$

Częściowe współczynniki bezpieczeństwa

Wytrzymałość przekrojów poprzecznych	γ_{M0}	1,00
Sprawdzanie stateczności	γ_{M1}	1,00
Nośność przekrojów netto	γ_{M2}	1,10

Materiał

Granica plastyczności	f_y	235,0	MPa
Wytrzymałość	f_u	360,0	MPa

...:SPRAWDZENIE PRZEKROJU:...

Sprawdzenie krytyczne jest w miejscu 2,345 m

Siły wewnętrzne		Obliczony	Jednostka
Siła podłużna	N_{Ed}	0,00	kN
Siła ścinająca	$V_{y,Ed}$	-0,03	kN
Siła ścinająca	$V_{z,Ed}$	0,10	kN
Skrećanie	T_{Ed}	0,00	kNm
Moment zginający	$M_{y,Ed}$	2,34	kNm
Moment zginający	$M_{z,Ed}$	-0,59	kNm

Klasyfikacja projektu przekroju

Klasyfikacja zgodnie z EN 1993-1-1 pkt 5.5.2

Klasyfikacja części wewnętrznych i zewnętrznych zgodnie z EN 1993-1-1 (tabela 5.2, arkusze 1 i 2)

Id	Typ	c [mm]	t [mm]	σ_1 [kN/m ²]	σ_2 [kN/m ²]	Ψ [-]	k_σ [-]	α [-]	c/t [-]	Limit klasy 1 [-]	Limit klasy 2 [-]	Limit klasy 3 [-]	Klasa
1	I	41	3	-71696,167	-137448,972								
3	I	91	3	-135791,746	60416,579	-2,2		0,3	30,3	116,9	134,8	301,9	1
5	I	41	3	71696,167	137448,972	0,5		1,0	13,7	28,0	34,0	45,6	1
7	I	91	3	135791,746	-60416,579	-0,4		0,7	30,3	44,9	53,4	76,2	1

Uwaga : Limity klasyfikacji zostały określone zgodnie z Semi-Comp+.

Przekrój poprzeczny został zaklasyfikowany jako klasa 1

Sprawdzenie momentu zginającego — M_y

Zgodnie z EN 1993-1-1, punkt 6.2.5 i wzorem (6.12),(6.13)

Plastyczny wskaźnik przekroju	$W_{pl,y}$	2,7100e-05	m ³
Plastyczny moment zginający	$M_{pl,y,Rd}$	6,37	kNm
Sprawdzenie całkowite		0,37	-

Sprawdzenie momentu zginającego — M_z

Zgodnie z EN 1993-1-1, punkt 6.2.5 i wzorem (6.12),(6.13)

Plastyczny wskaźnik przekroju	$W_{pl,z}$	1,6650e-05	m ³
Plastyczny moment zginający	$M_{pl,z,Rd}$	3,91	kNm
Sprawdzenie całkowite		0,15	-

Sprawdzenie ścinania — V_y

Zgodnie z EN 1993-1-1, punkt 6.2.6 i wzorem (6.17)

Współczynnik korekcyjny dla ścinania	η	1,20	
Powierzchnia ścinania	A_v	2,8334e-04	m ²
Plastyczna nośność na ścinanie — V_y	$V_{pl,y,Rd}$	38,44	kN
Sprawdzenie całkowite		0,00	-

Sprawdzenie ścinania — V_z

Zgodnie z EN 1993-1-1, punkt 6.2.6 i wzorem (6.17)

Współczynnik korekcyjny dla ścinania	η	1,20	
Powierzchnia ścinania	A_v	5,6667e-04	m ²
Plastyczna nośność na ścinanie — V_z	$V_{pl,z,Rd}$	76,88	kN
Sprawdzenie całkowite		0,00	-

Sprawdzenie kombinacji zginania, siły osiowej i siły ścinającej

Zgodnie z EN 1993-1-1, punkt 6.2.9.1 i wzorem (6.41)

Plastyczny moment zginający	$M_{pl,y,Rd}$	6,37	kNm
Wykładnik współczynnika zginania y	α	1,66	
Plastyczny moment zginający	$M_{pl,z,Rd}$	3,91	kNm
Wykładnik współczynnika zginania z	β	1,66	

Sprawdzenie zgodności (6.41) = 0,19 + 0,04 = 0,23 -

Uwaga : Siły poprzeczne są mniejsze niż połowa plastycznej nośności przy ścinaniu, dlatego można pominąć ich wpływ na nośność.

Pręt spełnia warunki sprawdzenia przekroju.

....SPRAWDZENIE STATECZNOŚCI:...

Klasyfikacja projektu wyboczenia elementu

Decydujące położenie dla klasyfikacji stabilności: 2,345 m

Decydujący współczynnik wykorzystania η : 0,42

Klasyfikacja zgodnie z EN 1993-1-1 pkt 5.5.2

Klasyfikacja części wewnętrznych i zewnętrznych zgodnie z EN 1993-1-1 (tabela 5.2, arkusze 1 i 2)

Id	Typ	c [mm]	t [mm]	σ_1 [kN/m ²]	σ_2 [kN/m ²]	Ψ [-]	k_σ [-]	α [-]	c/t [-]	Limit klasy 1 [-]	Limit klasy 2 [-]	Limit klasy 3 [-]	Klasa
1	I	41	3	-71696,167	-137448,972								
3	I	91	3	-135791,746	60416,579	-2,2		0,3	30,3	116,9	134,8	301,9	1
5	I	41	3	71696,167	137448,972	0,5		1,0	13,7	28,0	34,0	45,6	1
7	I	91	3	135791,746	-60416,579	-0,4		0,7	30,3	44,9	53,4	76,2	1

Uwaga : Limity klasyfikacji zostały określone zgodnie z Semi-Comp+.

Przekrój poprzeczny został zaklasyfikowany jako klasa 1

Uwaga : Decydująca pozycja klasyfikacji stateczności jest oparta na współczynniku wykorzystania η zgodnie z Semi-Comp+.

Sprawdzenie zwichrzenia

Zgodnie z EN 1993-1-1, punkt 6.3.2.1

Uwaga : Przekrój poprzeczny dotyczy profilu RHS z 'h / b < 10 / $\lambda_{rel,z}$ '. Ten przekrój nie jest podatny na zwichrzenie.

Sprawdzenie zginania i osiowego ściskania

Zgodnie z EN 1993-1-1, punkt 6.3.3 i wzorem (6.61),(6.62)

Parametry sprawdzenia zginania i osiowego ściskania			
Metoda interakcji		metoda alternatywna 2	
Powierzchnia przekroju poprzecznego	A	8,5001e-04	m ²
Plastyczny wskaźnik przekroju	$W_{pl,y}$	2,7100e-05	m ³
Plastyczny wskaźnik przekroju	$W_{pl,z}$	1,6650e-05	m ³
Obliczeniowa siła ściskająca	N_{Ed}	0,00	kN
Obliczeniowy moment zginający (maksymalny)	$M_{y,Ed}$	2,34	kNm
Obliczeniowy moment zginający (maksymalny)	$M_{z,Ed}$	-0,59	kNm
Charakterystyczna nośność na ściskanie	N_{Rk}	199,75	kN
Charakterystyczna nośność przy zginaniu	$M_{y,Rk}$	6,37	kNm
Charakterystyczna nośność przy zginaniu	$M_{z,Rk}$	3,91	kNm
Współczynnik zmniejszający	χ_y	1,00	
Współczynnik zmniejszający	χ_z	1,00	
Współczynnik zmniejszający	χ_{LT}	1,00	
Współczynnik interakcji	k_{yy}	0,95	
Współczynnik interakcji	k_{yz}	0,57	
Współczynnik interakcji	k_{zy}	0,57	
Współczynnik interakcji	k_{zz}	0,95	

Moment maksymalny $M_{y,Ed}$ jest ustalany na podstawie położenia belki B1 2,345 m.

Moment maksymalny $M_{z,Ed}$ jest ustalany na podstawie położenia belki B1 2,345 m.

Parametry metody interakcji 2			
Metoda dla współczynników interakcji		Tabela B.1	
Wynikowy typ obciążenia y		obciążenie liniowe q	
Moment końcowy	$M_{h,y}$	0,00	kNm
Moment powierzchni	$M_{s,y}$	2,34	kNm
Współczynnik	$\alpha_{h,y}$	0,00	
Współczynnik momentów końcowych	ψ_y	1,00	
Współczynnik równoważnego momentu	C_{my}	0,95	
Wynikowy typ obciążenia z		obciążenie liniowe q	
Moment końcowy	$M_{h,z}$	0,00	kNm
Moment powierzchni	$M_{s,z}$	-0,59	kNm
Współczynnik	$\alpha_{h,z}$	0,00	
Współczynnik momentów końcowych	ψ_z	1,00	
Współczynnik równoważnego momentu	C_{mz}	0,95	
Wynikowy typ obciążenia LT		obciążenie liniowe q	
Moment końcowy	$M_{h,LT}$	0,00	kNm
Moment powierzchni	$M_{s,LT}$	2,34	kNm

Parametry metody interakcji 2			
Współczynnik	$\alpha_{h,LT}$	0,00	
Współczynnik momentów końcowych	ψ_{LT}	1,00	
Współczynnik równoważnego momentu	$C_{m,LT}$	0,95	

Sprawdzenie zgodności (6.61) = $0,00 + 0,35 + 0,09 = 0,43$ -
 Sprawdzenie zgodności (6.62) = $0,00 + 0,21 + 0,14 = 0,35$ -

Pręt spełnia warunki sprawdzenia stateczności.

EC-EN 1993 Sprawdzenie stali SGU; Check Overall

Wartości: **Check Overall**

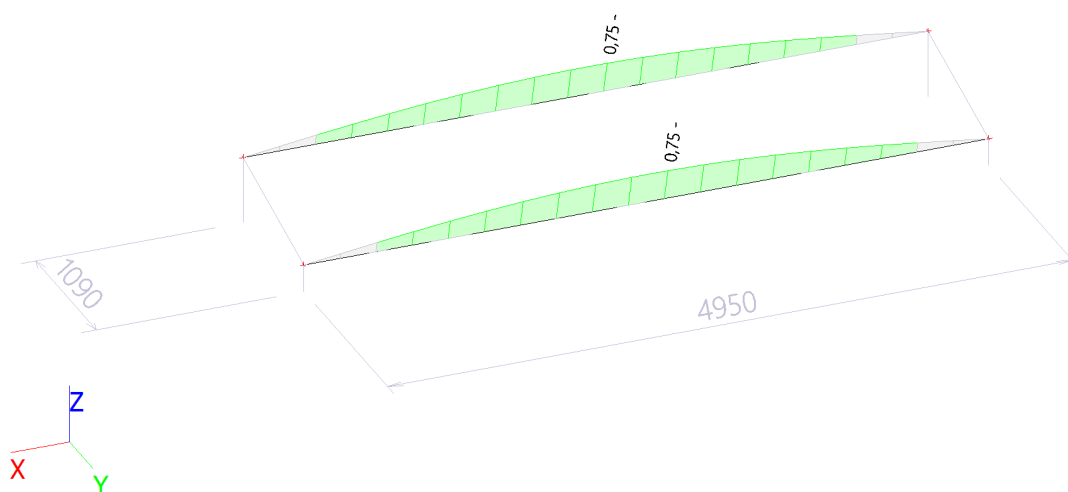
Obliczenie liniowe

Kombinacja: SGU-Char. (automatyczne)

Układ współrzędnych: Główny

Ekstremum 1D: Pręt

Wybór: Wszystkie



EC-EN 1993 Sprawdzenie stali SGU

Obliczenie liniowe

Kombinacja: SGU-Char. (automatyczne)

Układ współrzędnych: Główny

Ekstremum 1D: Globalny

Wybór: Wszystkie

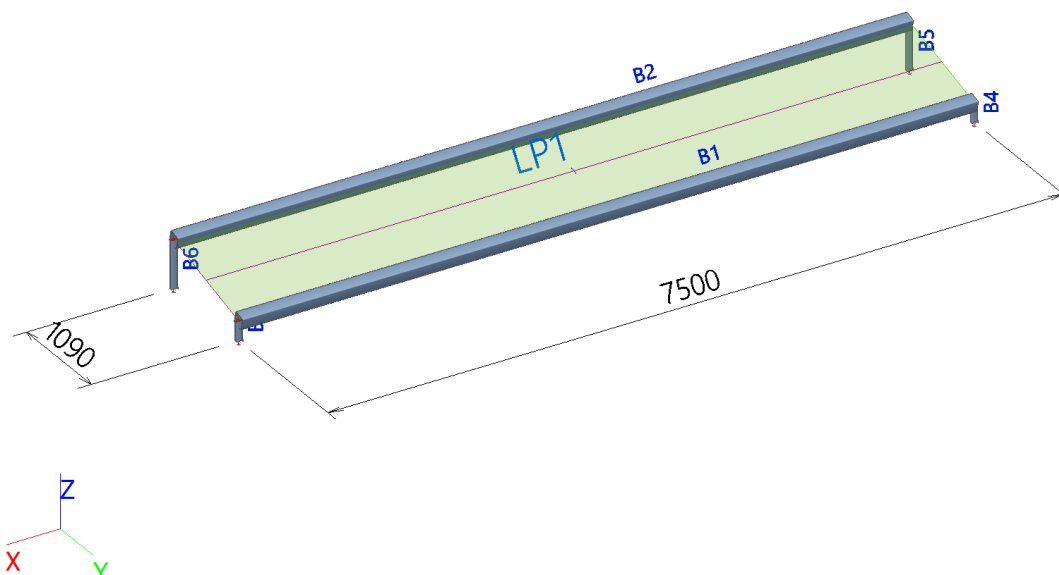
Ogólne sprawdzenie zgodności

Nazwa	dx [m]	Przypadek	$u_{y,max}$ [mm] $u_{z,max}$ [mm]	$u_{y,var}$ [mm] $u_{z,var}$ [mm]	Lim. $u_{y,max}$ [mm] Lim. $u_{z,max}$ [mm]	Lim. $u_{y,var}$ [mm] Lim. $u_{z,var}$ [mm]	Sprawdzenie $u_{y,max}$ [-] Sprawdzenie $u_{z,max}$ [-]	Sprawdzenie $u_{y,var}$ [-] Sprawdzenie $u_{z,var}$ [-]	Check Overall [-]
B2	2,345	SGU-Char. (automatyczne)/1	13,8 -18,5	10,3 -14,1	24,7 24,7	24,7 24,7	0,56 0,75	0,42 0,57	0,75

Nazwa	Klucz do kombinacji
SGU-Char. (automatyczne)/1	LC1 + LC2 + 0.60*LC3 + LC5

4.2.4. Profil stalowy – rozpiętość $\leq 7500\text{cm}$

Analizowany model



Pręty

Nazwa	Przekrój poprzeczny	Materiał	Długość [m]	Typ
B1	B-STAL2 - RHS (120; 120; 4; 5; 3)	S 235	7,500	ogólny (0)
B2	B-STAL2 - RHS (120; 120; 4; 5; 3)	S 235	7,500	ogólny (0)
B3	SŁUPEK	EN-AW 6060 (EP,ET,ER/B) T66 (0-3)	0,200	słup (100)
B4	SŁUPEK	EN-AW 6060 (EP,ET,ER/B) T66 (0-3)	0,200	słup (100)
B5	SŁUPEK	EN-AW 6060 (EP,ET,ER/B) T66 (0-3)	0,490	słup (100)
B6	SŁUPEK	EN-AW 6060 (EP,ET,ER/B) T66 (0-3)	0,490	słup (100)

Materiały

Stal wg EC3

Nazwa	ρ [kg/m ³]	E_{mod} [MPa]	μ	Granica dolna [mm]	Granica górna [mm]	F_y [MPa]	F_u [MPa]	Kolor
		G_{mod} [MPa]	α [m/mK]					
S 235	7850,00	2,1000e+05	0.3	0	40	235,0	360,0	
		8,0769e+04	0,01e-003	40	80	215,0	360,0	

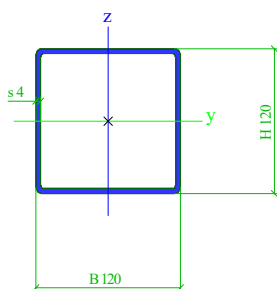
Aluminium EC9

Nazwa	ρ [kg/m ³]	E_{mod} [MPa]	μ	Wytrzymałość umowna 0.2% (f_o) [MPa]
Rodzaj		G_{mod} [MPa]	α [m/mK]	Wytrzymałość umowna 0.2% (f_o, haz) [MPa]
				wartość n dla analizy plastycznej (np)
EN-AW 6060 (EP,ET,ER/B) T66 (0-3)	2700,00	7,0000e+04	0.3	160,0
Aluminium		2,6923e+04	0,02e-003	65,0
				16

Przekroje poprzeczne

B-STAL2		
Typ	RHS	
Szczegółowy	120; 120; 4; 5; 3	
Pozycja materiału	S 235	
Produkcja	walcowany	
Wyboczenie giętnie y-y, Wyboczenie giętnie z-z	a	a
A [m ²]	1,8420e-03	
A _y [m ²], A _z [m ²]	9,2101e-04	9,2101e-04
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	4,1156e-06	4,1156e-06
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	6,8594e-05	6,8594e-05
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	7,9917e-05	7,9917e-05
I _w [m ⁶], I _t [m ⁴]	8,2944e-09	6,2535e-06
d _y [mm], d _z [mm]	0	0
C _{y,UCS} [mm], C _{z,UCS} [mm]	60	60
α [deg]	0,00	
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	18780,38	18780,38
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	18780,38	18780,38
A _L [m ² /m], A ₀ [m ² /m]	4,7138e-01	9,1420e-01

Obrazek



Przypadki obciążeń

Nazwa	Opis	Rodzaj działania	Grupa obciążeń	Kierunek	Czas trwania	Główny przypadek obciążenia
	Spec	Rodzaj obciążenia				
LC1	Cieężar własny	Stały	LG1	-Z		
		Cieężar własny				
LC2	Panele	Stały	LG2			
		Standard				
LC3	Wiatr+	Zmienny	Wiatr1		Krótki	Żadny
	Standard	Statyczny				
LC4	Wiatr-	Zmienny	Wiatr1		Krótki	Żadny
	Standard	Statyczny				
LC5	Śnieg	Zmienny	Śnieg1			Żadny
	Śnieg	Statyczny				

Obciążenie powierzchniowe

Nazwa	Kier	Typ	Współ.	Wartość [kN/m ²]	Przypadek obciążeń	System	Poł
SF1	Z	Siła		-0,12	LC2 - Panele	GUW	Długość
SF4	Z	Siła		-0,10	LC3 - Wiatr+	LUW	Długość
SF7	Z	Siła		0,60	LC4 - Wiatr-	LUW	Długość
SF10	Z	Śnieg	-0.800	-0,72	LC5 - Śnieg	GUW	Rzut

Siły wewnętrzne 1D; M_y

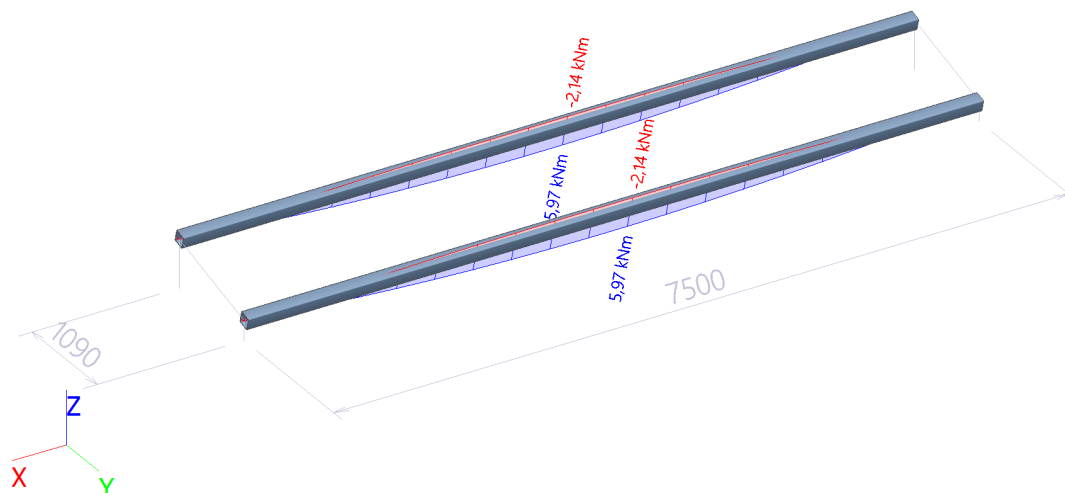
Wartości: M_y

Obliczenie liniowe

Kombinacja: SGN-Zestaw B (automatyczne)

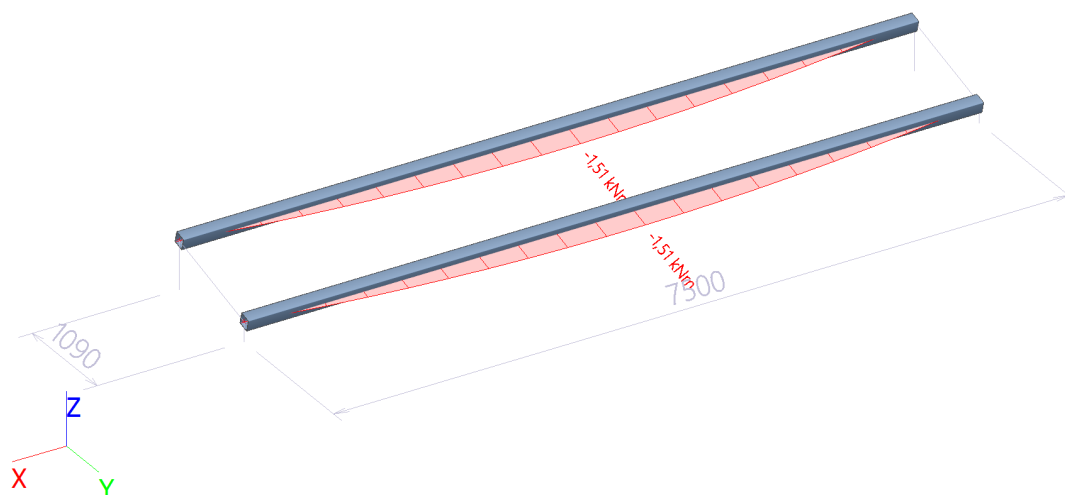
Układ współrzędnych: Główny

Ekstremum 1D: Pręt
Wybór: Wszystkie



Siły wewnętrzne 1D; M_z

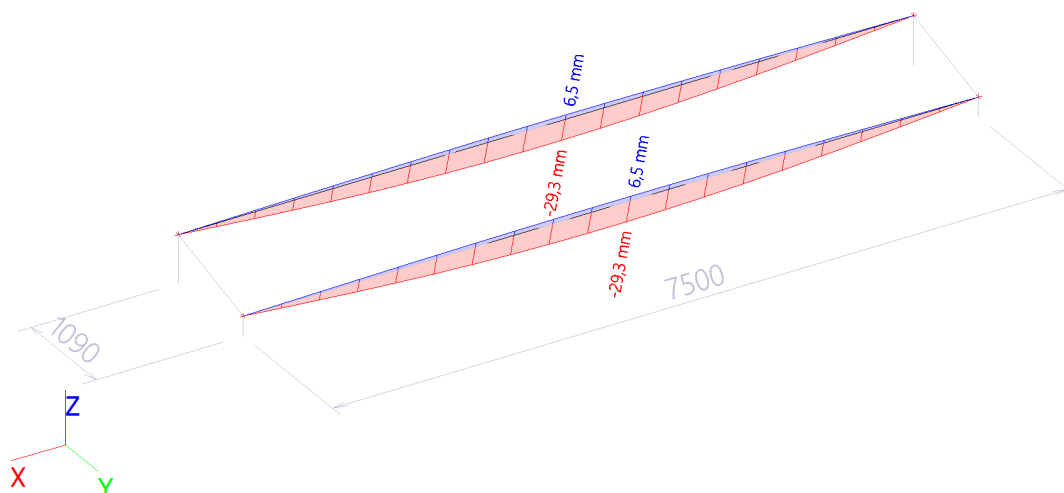
Wartości: M_z
Obliczenie liniowe
Kombinacja: SGN-Zestaw B (automatyczne)
Układ współrzędnych: Główny
Ekstremum 1D: Pręt
Wybór: Wszystkie



Odształcenia 1D; u_z

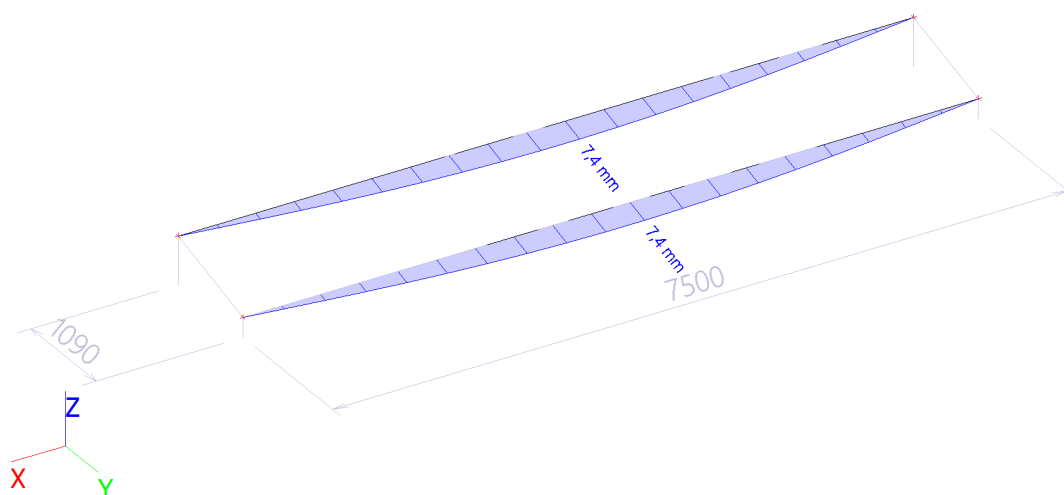
Wartości: u_z
Obliczenie liniowe
Kombinacja: SGU-Char. (automatyczne)
Układ współrzędnych: Główny

Ekstremum 1D: Pręt
Wybór: Wszystkie



Odształcenia 1D; u_y

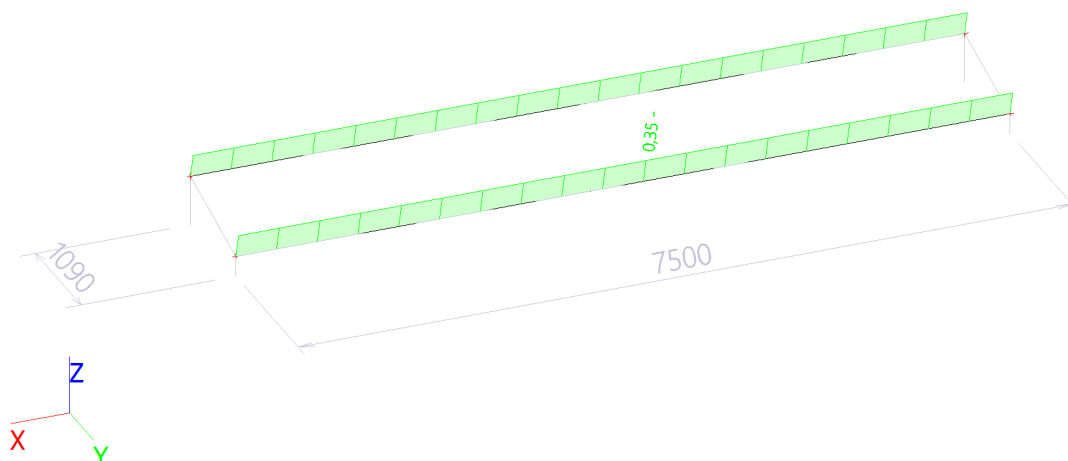
Wartości: u_y
Obliczenie liniowe
Kombinacja: SGU-Char. (automatyczne)
Układ współrzędnych: Główny
Ekstremum 1D: Pręt
Wybór: Wszystkie



EC-EN 1993 Sprawdzenie stali SGN; Sprawdzenie całkowite

Wartości: $U_{C_{Overall}}$
Obliczenie liniowe
Kombinacja: SGN-Zestaw B (automatyczne)
Układ współrzędnych: Główny

Ekstremum 1D: Globalny
Wybór: Wszystkie



EC-EN 1993 Sprawdzenie stali SGN

Wartości: **UC_{Overall}**
Obliczenie liniowe
Kombinacja: SGN-Zestaw B (automatyczne)
Układ współrzędnych: Główny
Ekstremum 1D: Globalny
Wybór: Wszystkie
Wybrane przekroje: W pobliżu środka

Sprawdzenie wg normy EN 1993-1-1

Załącznik krajowy: Polski NA PN-EN

Pręt B1	3,553 / 7,500 m	RHS (120; 120; 4; 5; 3)	Walcowany	S 235	SGN-Zestaw B (automatyczne)	0,35 -
---------	-----------------	-------------------------	-----------	-------	-----------------------------	--------

Klucz do kombinacji

SGN-Zestaw B (automatyczne) / $1.15 \cdot LC1 + 1.15 \cdot LC2 + 0.90 \cdot LC3 + 1.50 \cdot LC5$

Częściowe współczynniki bezpieczeństwa

Wytrzymałość przekrojów poprzecznych	γ_{M0}	1,00
Sprawdzanie stateczności	γ_{M1}	1,00
Nośność przekrojów netto	γ_{M2}	1,10

Materiał

Granica plastyczności	f_y	235,0	MPa
Wytrzymałość	f_u	360,0	MPa

...:SPRAWDZENIE PRZEKROJU:...

Sprawdzenie krytyczne jest w miejscu 3,553 m

Siły wewnętrzne		Obliczony	Jednostka
Siła podłużna	N_{Ed}	0,00	kN
Siła ścinająca	$V_{y,Ed}$	-0,04	kN
Siła ścinająca	$V_{z,Ed}$	0,17	kN

Siły wewnętrzne		Obliczony	Jednostka
Skręcanie	T_{Ed}	0,00	kNm
Moment zginający	$M_{y,Ed}$	5,97	kNm
Moment zginający	$M_{z,Ed}$	-1,51	kNm

Klasyfikacja projektu przekroju

Klasyfikacja zgodnie z EN 1993-1-1 pkt 5.5.2

Klasyfikacja części wewnętrznych i zewnętrznych zgodnie z EN 1993-1-1 (tabela 5.2, arkusze 1 i 2)

Id	Typ	c [mm]	t [mm]	σ_1 [kN/m ²]	σ_2 [kN/m ²]	Ψ [-]	k_σ [-]	α [-]	c/t [-]	Limit klasy 1 [-]	Limit klasy 2 [-]	Limit klasy 3 [-]	Klasa
1	I	108	4	-64384,494	-103874,629								
3	I	108	4	-99535,188	57119,858	-1,7		0,4	27,0	98,7	113,8	224,5	1
5	I	108	4	64384,494	103874,629	0,6		1,0	27,0	28,0	34,0	43,8	1
7	I	108	4	99535,188	-57119,858	-0,6		0,6	27,0	50,5	59,7	83,7	1

Uwaga : Limity klasyfikacji zostały określone zgodnie z Semi-Comp+.

Przekrój poprzeczny został zaklasyfikowany jako klasa 1

Sprawdzenie momentu zginającego — M_y

Zgodnie z EN 1993-1-1, punkt 6.2.5 i wzorem (6.12),(6.13)

Plastyczny wskaźnik przekroju	W_{ply}	7,9917e-05	m ³
Plastyczny moment zginający	$M_{pl,y,Rd}$	18,78	kNm
Sprawdzenie całkowite		0,32	-

Sprawdzenie momentu zginającego — M_z

Zgodnie z EN 1993-1-1, punkt 6.2.5 i wzorem (6.12),(6.13)

Plastyczny wskaźnik przekroju	$W_{pl,z}$	7,9917e-05	m ³
Plastyczny moment zginający	$M_{pl,z,Rd}$	18,78	kNm
Sprawdzenie całkowite		0,08	-

Sprawdzenie ścinania — V_y

Zgodnie z EN 1993-1-1, punkt 6.2.6 i wzorem (6.17)

Współczynnik korekcyjny dla ścinania	η	1,20	
Powierzchnia ścinania	A_v	9,2101e-04	m ²
Plastyczna nośność na ścinanie — V_y	$V_{pl,y,Rd}$	124,96	kN
Sprawdzenie całkowite		0,00	-

Sprawdzenie ścinania — V_z

Zgodnie z EN 1993-1-1, punkt 6.2.6 i wzorem (6.17)

Współczynnik korekcyjny dla ścinania	η	1,20	
Powierzchnia ścinania	A_v	9,2101e-04	m ²
Plastyczna nośność na ścinanie — V_z	$V_{pl,z,Rd}$	124,96	kN
Sprawdzenie całkowite		0,00	-

Sprawdzenie kombinacji zginania, siły osiowej i siły ścinającej

Zgodnie z EN 1993-1-1, punkt 6.2.9.1 i wzorem (6.41)

Plastyczny moment zginający	$M_{pl,y,Rd}$	18,78	kNm
Wykładnik współczynnika zginania y	α	1,66	
Plastyczny moment zginający	$M_{pl,z,Rd}$	18,78	kNm
Wykładnik współczynnika zginania z	β	1,66	

Sprawdzenie zgodności (6.41) = 0,15 + 0,02 = 0,16 -

Uwaga : Siły poprzeczne są mniejsze niż połowa plastycznej nośności przy ścinaniu, dlatego można pominąć ich wpływ na nośność.

Pręt spełnia warunki sprawdzenia przekroju.

....SPRAWDZENIE STATECZNOŚCI:...

Klasyfikacja projektu wyboczenia elementu

Decydujące położenie dla klasyfikacji stabilności: 3,553 m

Decydujący współczynnik wykorzystania η : 0,34

Klasyfikacja zgodnie z EN 1993-1-1 pkt 5.5.2

Klasyfikacja części wewnętrznych i zewnętrznych zgodnie z EN 1993-1-1 (tabela 5.2, arkusze 1 i 2)

Id	Typ	c [mm]	t [mm]	σ_1 [kN/m ²]	σ_2 [kN/m ²]	Ψ [-]	k_σ [-]	α [-]	c/t [-]	Limit klasy 1 [-]	Limit klasy 2 [-]	Limit klasy 3 [-]	Klasa
1	I	108	4	-64384,494	-103874,629								
3	I	108	4	-99535,188	57119,858	-1,7		0,4	27,0	98,7	113,8	224,5	1
5	I	108	4	64384,494	103874,629	0,6		1,0	27,0	28,0	34,0	43,8	1
7	I	108	4	99535,188	-57119,858	-0,6		0,6	27,0	50,5	59,7	83,7	1

Uwaga : Limity klasyfikacji zostały określone zgodnie z Semi-Comp+.

Przekrój poprzeczny został zaklasyfikowany jako klasa 1

Uwaga : Decydująca pozycja klasyfikacji stateczności jest oparta na współczynniku wykorzystania η zgodnie z Semi-Comp+.

Sprawdzenie zwichrzenia

Zgodnie z EN 1993-1-1, punkt 6.3.2.1

Uwaga : Przekrój poprzeczny dotyczy profilu RHS z ' $h / b < 10 / \lambda_{rel,z}$ '. Ten przekrój nie jest podatny na zwichrzenie.

Sprawdzenie zginania i osiowego ściskania

Zgodnie z EN 1993-1-1, punkt 6.3.3 i wzorem (6.61),(6.62)

Parametry sprawdzenia zginania i osiowego ściskania			
Metoda interakcji		metoda alternatywna 2	
Powierzchnia przekroju poprzecznego	A	1,8420e-03	m ²
Plastyczny wskaźnik przekroju	W _{ply}	7,9917e-05	m ³
Plastyczny wskaźnik przekroju	W _{pl,z}	7,9917e-05	m ³
Obliczeniowa siła ściskająca	N _{Ed}	0,00	kN
Obliczeniowy moment zginający (maksymalny)	M _{y,Ed}	5,97	kNm
Obliczeniowy moment zginający (maksymalny)	M _{z,Ed}	-1,51	kNm
Charakterystyczna nośność na ściskanie	N _{Rk}	432,87	kN
Charakterystyczna nośność przy zginaniu	M _{y,Rk}	18,78	kNm
Charakterystyczna nośność przy zginaniu	M _{z,Rk}	18,78	kNm
Współczynnik zmniejszający	χ_y	1,00	
Współczynnik zmniejszający	χ_z	1,00	
Współczynnik zmniejszający	χ_{LT}	1,00	
Współczynnik interakcji	k _{yy}	0,95	
Współczynnik interakcji	k _{yz}	0,57	
Współczynnik interakcji	k _{zy}	0,57	
Współczynnik interakcji	k _{zz}	0,95	

Moment maksymalny M_{y,Ed} jest ustalany na podstawie położenia belki B1 3,553 m.

Moment maksymalny M_{z,Ed} jest ustalany na podstawie położenia belki B1 3,553 m.

Parametry metody interakcji 2			
Metoda dla współczynników interakcji		Tabela B.1	
Wynikowy typ obciążenia y		obciążenie liniowe q	
Moment końcowy	M _{h,y}	0,00	kNm
Moment powierzchni	M _{s,y}	5,97	kNm
Współczynnik	$\alpha_{h,y}$	0,00	
Współczynnik momentów końcowych	ψ_y	1,00	
Współczynnik równoważnego momentu	C _{my}	0,95	
Wynikowy typ obciążenia z		obciążenie liniowe q	
Moment końcowy	M _{h,z}	0,00	kNm
Moment powierzchni	M _{s,z}	-1,51	kNm
Współczynnik	$\alpha_{h,z}$	0,00	
Współczynnik momentów końcowych	ψ_z	1,00	
Współczynnik równoważnego momentu	C _{mz}	0,95	
Wynikowy typ obciążenia LT		obciążenie liniowe q	
Moment końcowy	M _{h,LT}	0,00	kNm
Moment powierzchni	M _{s,LT}	5,97	kNm
Współczynnik	$\alpha_{h,LT}$	0,00	
Współczynnik momentów końcowych	ψ_{LT}	1,00	
Współczynnik równoważnego momentu	C _{mLT}	0,95	

Sprawdzenie zgodności (6.61) = $0,00 + 0,30 + 0,05 = 0,35$ -
 Sprawdzenie zgodności (6.62) = $0,00 + 0,18 + 0,08 = 0,26$ -

Pręt spełnia warunki sprawdzenia stateczności.

EC-EN 1993 Sprawdzenie stali SGU; Check Overall

Wartości: **Check Overall**

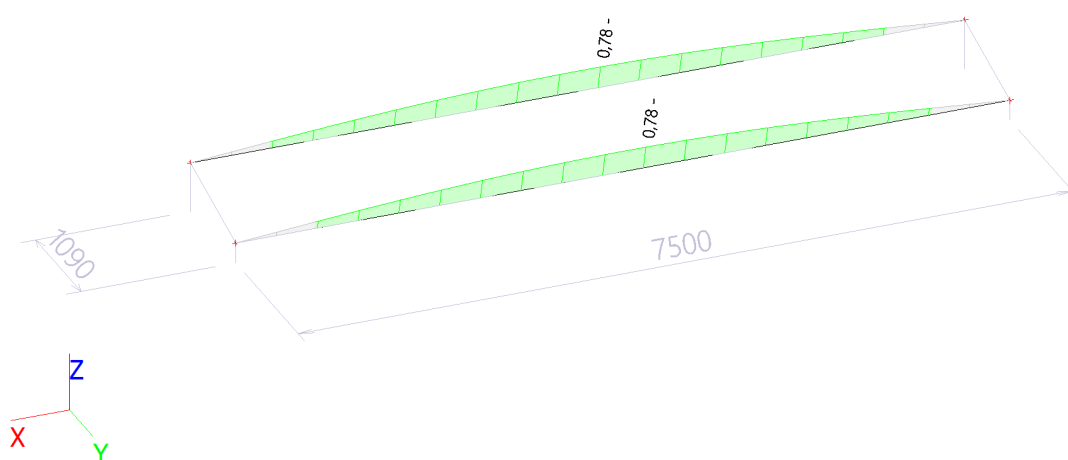
Obliczenie liniowe

Kombinacja: SGU-Char. (automatyczne)

Układ współrzędnych: Główny

Ekstremum 1D: Pręt

Wybór: Wszystkie



EC-EN 1993 Sprawdzenie stali SGU

Obliczenie liniowe

Kombinacja: SGU-Char. (automatyczne)

Układ współrzędnych: Główny

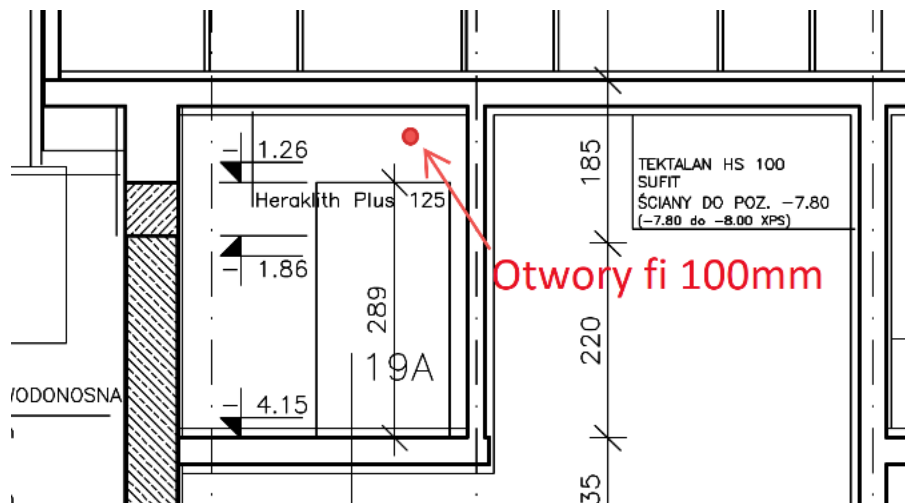
Ekstremum 1D: Globalny

Wybór: Wszystkie

Ogólne sprawdzenie zgodności

Nazwa	dx [m]	Przypadek	$u_{y,max}$ [mm] $u_{z,max}$ [mm]	$u_{y,var}$ [mm] $u_{z,var}$ [mm]	Lim. $u_{y,max}$ [mm] Lim. $u_{z,max}$ [mm]	Lim. $u_{y,var}$ [mm] Lim. $u_{z,var}$ [mm]	Sprawdzenie $u_{y,max}$ [-] Sprawdzenie $u_{z,max}$ [-]	Sprawdzenie $u_{y,var}$ [-] Sprawdzenie $u_{z,var}$ [-]	Check Overall [-]
B2	3,553	SGU-Char. (automatyczne)/1	7,4 -29,3	4,8 -19,7	37,5 37,5	37,5 37,5	0,20 0,78	0,13 0,52	0,78

Nazwa	Klucz do kombinacji
SGU-Char. (automatyczne)/1	LC1 + LC2 + 0.60*LC3 + LC5



W ścianie żelbetowej gr.25cm wykonać otwór $\phi 100\text{mm}$ wiertnicą na poziomie ok. 300mm od stropu (powierzchni izolacji Tektalan).

VI. CZĘŚĆ OPISOWA DO PROJEKTU WYKONAWCZEGO – INSTALACJE ELEKTRYCZNE/CZĘŚĆ DACHOWA

1. ZAŁOŻENIA DO PROJEKTOWANIA

Wytyczne Inwestora

Obowiązujące przepisy i normy.

2. OPIS TECHNICZNY

2.1. PRZEDMIOT I ZAKRES OPRACOWANIA

Przedmiotem opracowania jest Projekt Wykonawczy branży elektrycznej w zakresie budowy instalacji fotowoltaicznej posadowionej na budynku dydaktycznym CEUE Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu ul. Towarowa 55 Poznań, o mocy szczytowej 131,6kWp, obejmujący:

- wykonanie instalacji fotowoltaicznej DC na dachu budynku,
- montaż na dachu rozdzielnic prądu stałego RDC1 i RDC2,
- montaż falowników F1 i F2 o mocy 50 kW na północnej elewacji maszynowni central wentylacyjnych,
- wykonanie instalacji AC od falowników do rozdzielnicy RAC w pomieszczeniu wentylatorowni na dachu budynku,
- wykonanie instalacji AC od rozdzielnicy RAC w pomieszczeniu wentylatorowni na dachu budynku do rozdzielnicy głównej RG-PV w stacji K849 transformatorowej w pomieszczeniu -1.12,
- wykonanie głównej tablicy rozdzielczej instalacji fotowoltaicznej RG-PV,
- wykonanie wewnętrznej linii zasilającej od RG-PV do istniejącej rozdzielni głównej nn 0,4kV RG w stacji transformatorowej,
- dostosowanie układu pomiaru rozliczeniowego energii elektrycznej w rozdzielnicy SN 15kV do współpracy z elektrownią fotowoltaiczną,
- rozbudowa instalacji odgromowej, uziemienia i połączeń wyrównawczych dla projektowanej instalacji.

2.2. ZASILANIE OBIEKTU

Budynek CEUE Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu zasilony jest obecnie:

- z przyłącza I: zasilaniem podstawowym z sieci ENEA Operator, napięciem SN 15kV poprzez stację transformatorową konsumentową K-849, z mocą umowną $P_z=290\text{kW}$,
- z przyłącza II: zasilaniem rezerwowym z sieci ENEA Operator, napięciem nn 0,4kV ze złącza ZK1-1Pp ENEA przy budynku, z mocą $P_z=135\text{kW}$.

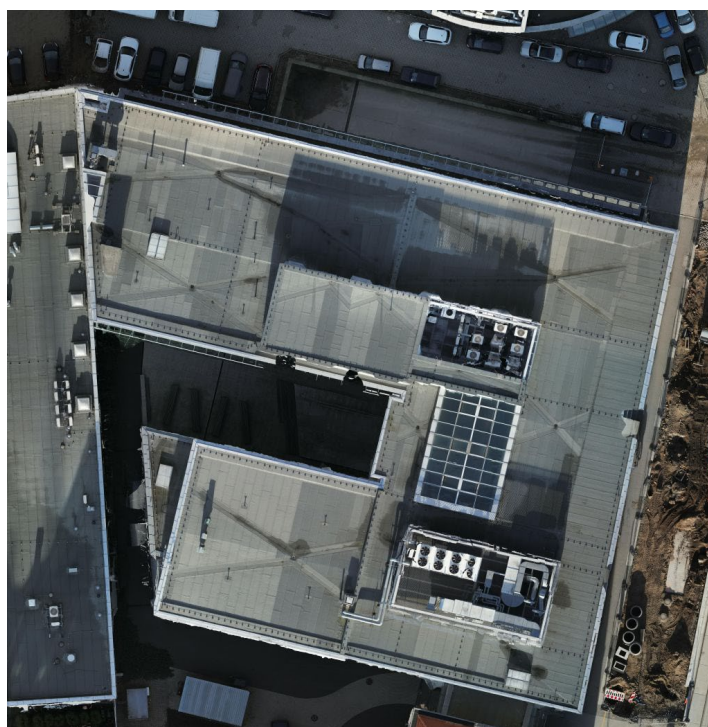
Z transformatora 630kVA w stacji transformatorowej przyłącza I, zasilona jest rozdzielnica główna budynku RG. Z RG, sprzed wyłącznika głównego, zasilona jest rozdzielnica urządzeń pracujących w czasie pożaru RPPOŻ, zlokalizowana na poziomie -2 budynku. Do RPPOŻ doprowadzono również zasilanie z przyłącza II. Dla przełączania zasilania wykonano układ SZR.

2.3. INSTALACJA ELEKTRYCZNA ŹRÓDŁA WYTWÓRCZEGO

2.3.1. INSTALACJA FOTOWOLTAICZNA NA DACHU BUDYNKU CEUE

Na dachu budynku CEUE zaprojektowano wykonanie instalacji fotowoltaicznej PV o łącznej mocy szczytowej 131,6kWp. Składać się na nią będzie źródło wytwórcze w postaci 280szt. modułów fotowoltaicznych (PV) o jednostkowej mocy 470Wp.

Połąć dachu wraz z zainstalowaną na nim infrastrukturą techniczną w dużej mierze związaną z instalacjami HVAC istniejącymi w budynku przedstawiono na zdjęciu z drona na rysunku nr VI.1.



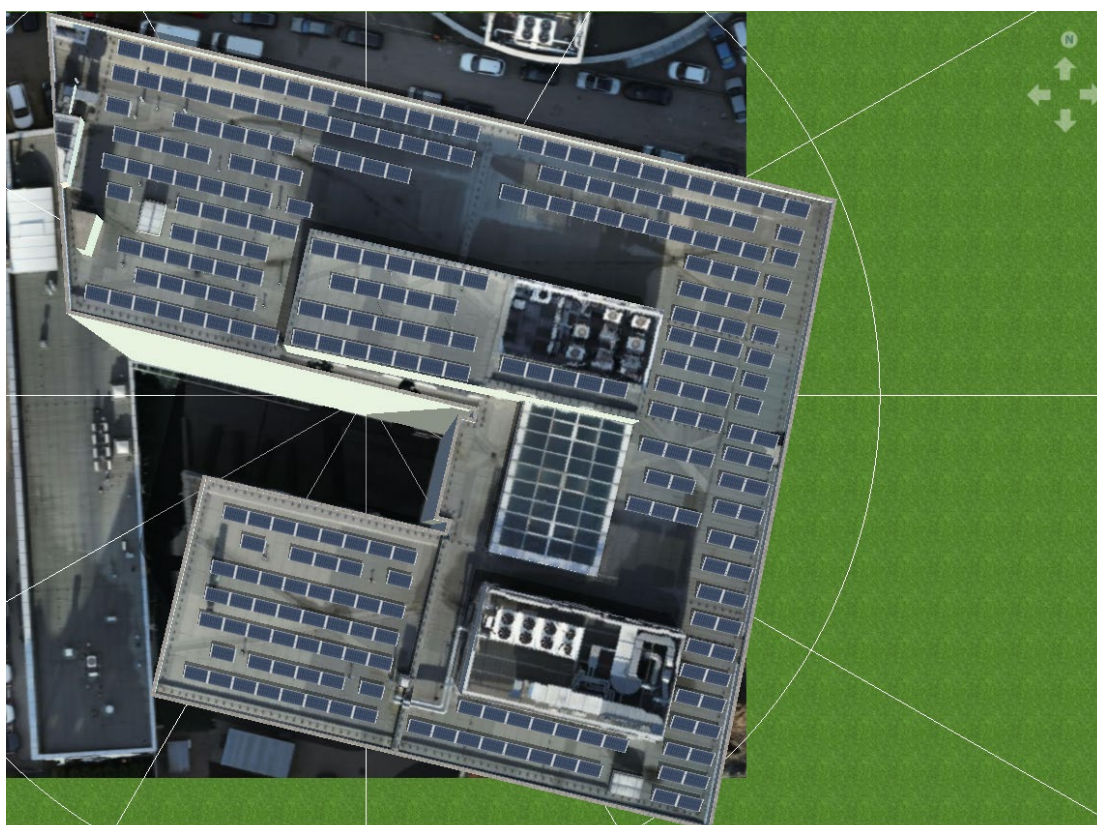
*Rysunek nr VI.1. Zdjęcie wizualizujące dach z infrastrukturą techniczną
budynku CEUE Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu.*

Na dachu w 3 głównych miejscach zainstalowana została infrastruktura instalacji HVAC istniejących w budynku CEUE. Zagregowane miejsca z elementami instalacji HVAC zostały obudowane. W środkowej części dachu zainstalowany jest świetlik. Tym samym naturalnym stało się, że miejsca te oraz przestrzenie wokół nich zostały wykluczone na posadowienie i montaż modułów fotowoltaicznych (PV) stanowiących źródło wytwórcze OZE. Dodatkowo na dachu budynku zabudowana została zamknięta maszynownia central wentylacyjnych, na dachu której, zgodnie z obliczeniami konstrukcyjnymi przeznaczona została również dla instalacji fotowoltaicznej.

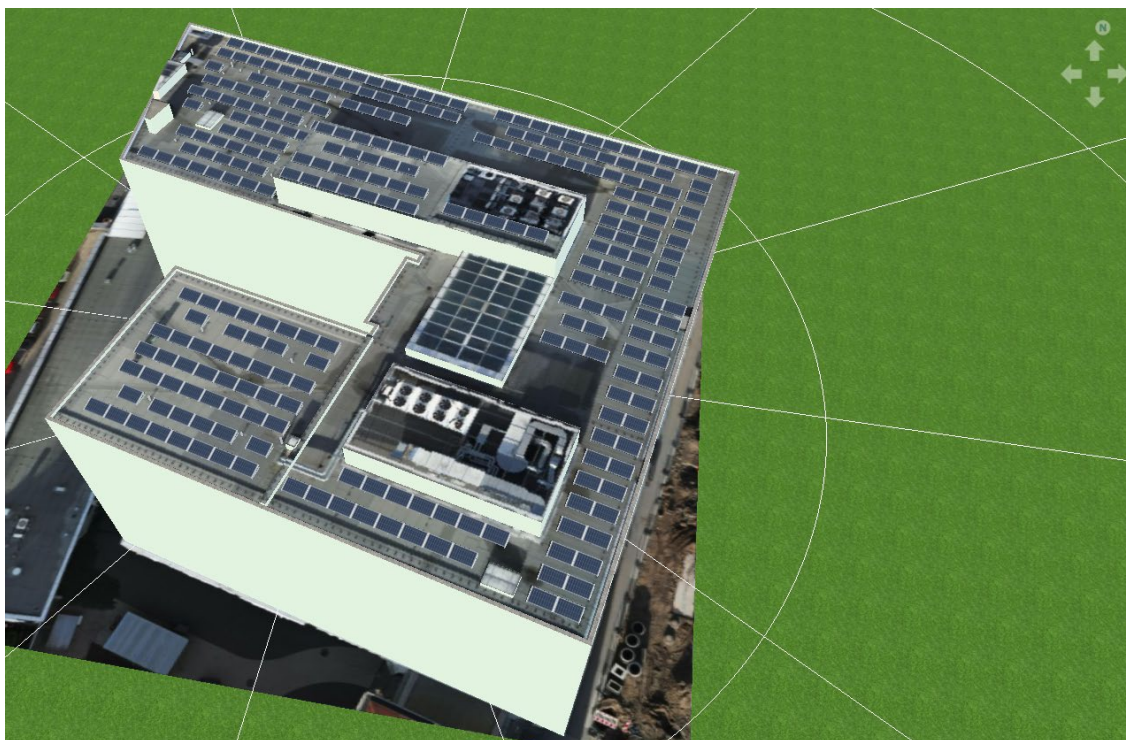
Istniejąca na dachu budynku mikropasieka składająca się z kilku uli powinna zostać przeniesiona w przestrzeń, na której nie będzie instalowana instalacja fotowoltaiczna.

Zgodnie z zaleceniami i uzgodnieniami z Zamawiającym ustalono, że optymalnym rozwiązaniem dla planowanej instalacji fotowoltaicznej będzie układ modułów w kierunku południowo-zachodnim (S-S-W) pod kątem 15° .

Wizualizacje proponowanej instalacji fotowoltaicznej przedstawione zostały na rysunkach nr VI.2 oraz VI.3.



Rysunek nr VI.2. Wizualizacja z lotu ptaka planowanej instalacji fotowoltaicznej posadowionej na budynku CEUE Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu.



Rysunek nr VI.3. Wizualizacja z widoku południowo-wschodniego planowanej instalacji fotowoltaicznej posadowionej na budynku CEUE Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu.

2.3.2. POŁĄCZENIA DC W INSTALACJI PV

Projektowana instalacja fotowoltaiczna umiejscowiona na dachu budynku CEUE Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu będzie złożona z 280 modułów o mocy 470Wp każdy i osiągnie moc szczytową na poziomie 131,6kWp.

Instalacja zostanie podzielona na 16 stringów zgodnie ze stringplanem przedstawionym na rysunku w Załączniku nr 07 i połączona do dwóch falowników F1 i F2 o mocy 50kW każdy. Falowniki umiejscowione zostaną na północnej elewacji pomieszczenia maszynowni central wentylacyjnych, która zabudowana jest na dachu budynku.

Jako zabezpieczenie poszczególnych stringów przed skutkami przepięć projektuje się zastosowanie ograniczników przepięć typu 1+2 minimum 1000 V 12,5 kA montowanych w rozdzielnicach RDC A1-A4 i RDC B1-B4 na początku każdego stringu bezpośrednio przy modułach oraz w rozdzielnicach RDC1 i RDC2 zlokalizowanych bezpośrednio przy falownikach F1 i F2. Wszystkie rozdzielnice RDC muszą być wykonane w hermetycznych obudowach IP65 odpornych na warunki atmosferyczne, w tym w szczególności na promieniowanie UV w wykonaniu metalowym.

Każda rozdzielnica RDC A i RDC B zostanie wyposażona w dwa ograniczniki przepięć i będzie zabezpieczać dwa stringi podłączone do jednego MPPT falownika.

Rozdzielnice RDC1 i RDC2 będą wyposażone w osiem ograniczników przepięć każda oraz lokalną szynę wyrównawczą, a każdy z ośmiu łańcuchów zostanie wprowadzony na dedykowane wejście DC falownika.

Ograniczniki przepięć należy uziemić przewodem ochronnym LgYżo 16 mm² do lokalnej szyny wyrównawczej. Dopuszcza się łączenie szeregowo szyn wyrównawczych zlokalizowanych w sąsiadujących rozdzielnicach DC przy zachowaniu przekroju przewodu ochronnego.

Dodatkowo, projektowane falowniki wyposażone są w zintegrowane zabezpieczenia przeciwprzepięciowe typu II. Falownik wyposażony jest również w systemy ochrony przed odwrotnym połączeniem DC, przed prądem upływu, monitorowanie usterki uziemienia, monitorowanie natężenia łańcucha PV, ochronę obwodu w razie wyładowania łukowego (AFCI) oraz funkcję redukcji PID.

Lokalizację falowników wraz z rozdzielnicami RDC i RAC pokazano na rysunku będącym Załącznikiem nr 5.

Na etapie konfiguracji i uruchomienia instalacji w systemie zarządzającym falownikami należy wykonać mapę fizycznego rozmieszczenia modułów i optymalizatorów na dachu i odwzorować lokalizację każdego optymalizatora i podłączonych do niego modułów zgodnie z rzeczywistością, a także odwzorować lokalizację konfigurację stringów niewyposażonych w optymalizatory.

2.3.3. POŁĄCZENIA AC W INSTALACJI PV

Z falowników F1 i F2 należy wykonać instalację AC do rozdzielnicy RAC, zlokalizowanej wewnątrz pomieszczenia maszynowni central wentylacyjnych.

Falowniki połączyć z rozdzielnicą RAC liniami zasilającymi, prowadzonymi w pomieszczeniu maszynowni central wentylacyjnych na dachu budynku, wykonanymi kablami miedzianymi w klasie reakcji na ogień Dca-s2,d1,a3.

Zaprojektowano wykonanie rozdzielnicy elektrowni fotowoltaicznej RAC w obudowie natynkowej, IP55 z drzwiami, zlokalizowanej w pomieszczeniu maszynowni central wentylacyjnych na dachu. Rozdzielnicę należy wykonać w układzie TN-S. Szynę PE należy uziemić. Rozdzielnicę podłączyć do lokalnej szyny wyrównawczej istniejącej w maszynowni rozdzielni central wentylacyjnych RAW.

Rozdzielnicę RAC należy wyposażyć w:

- szyny zbiorcze
- ochronniki przepięciowe typu T1+T2
- wyłącznik główny

- wyłączniki na odpływach do falowników 50kW.

Rozdzielnicę RAC połączyć z rozdzielnicą główną elektrowni fotowoltaicznej RG-PV wewnętrzną linią zasilającą prowadzoną po istniejących trasach kablowych, w istniejącym szachcie instalacyjnych z maszynowni central wentylacyjnych na dachu budynku do pomieszczenia garażu na poziomie -1, wykonaną kablem miedzianym w klasie reakcji na ogień.

Lokalizację rozdzielnic RAC pokazano na rysunku będącym Załącznikiem nr 5.

2.3.4. ZASTOSOWANIE PODSTAWOWYCH ELEMENTÓW INSTALACJI PV

Moduł fotowoltaiczny

Dla projektowanej instalacji fotowoltaicznej przyjęto moduły fotowoltaiczne wykonane w technologii monofacial monokrystaliczne typu N. Ulegają one mniejszej degradacji wywołanej światłem, a przede wszystkim osiągają lepsze uzyski podczas pracy w wysokich temperaturach.

W realizowanym wariantcie projektowym przewidziano zastosowanie modułów o jednostkowej mocy 470Wp.

Podstawowe dane techniczne tego produktu zostały przedstawione w tabeli nr VI.1.

Tabela nr VI.1. Parametry elektryczne, temperaturowe i wytrzymałościowe modułu PV o mocy jednostkowej 470Wp.

Parametr	Wartość
Moc maksymalna [Wp]	470
Prąd zwarciaowy [A]	14,15
Napięcie obwodu otwartego [V]	42,38
Napięcie mocy maksymalnej [V]	35,05
Natężenie prądu mocy maksymalnej [A]	13,41
Sprawność [%]	21,78
Temp. współczynnik natężenia [%/°C]	0,046
Temp. współczynnik napięcia [%/°C]	-0,25
Temp. współczynnik mocy [%/°C]	-0,3
Wymiary [mm]	1903x1134x30
Waga [kg]	24,2
Rama	Anodyzowany stop aluminium
Tolerancja mocy	0-3%
Max napięcie systemu [V DC]	1000/1500
Liczba ogniw	120 (6x20)

Falownik

Dla projektowanej instalacji fotowoltaicznej przyjęto falownik mocy 50kW.

W tabeli nr VI.2 przedstawiono parametry techniczne wybranego falownika.

Tabela nr VI.2. Parametry techniczne falownika o mocy 50kW.

Parametr	Wartość	Jednostka
Zamionowa moc wyjściowa	50	kW
Napięcie wyjściowe	400/230	V
Częstotliwość prądu przemiennego	50	Hz
Max prąd wyjściowy na fazę	79,8	A
Zakres współczynnika mocy	(+/-) 0,8	
Max napięcie wejściowe	1100	V DC
Max prąd na MPPT	30	A
Max napięcie wejściowe	1000	V DC
Znamionowe napięcia robocze	200-1000	V DC
Sprawność falownika	98	%
Zużycie energii w nocy	< 5,5	W

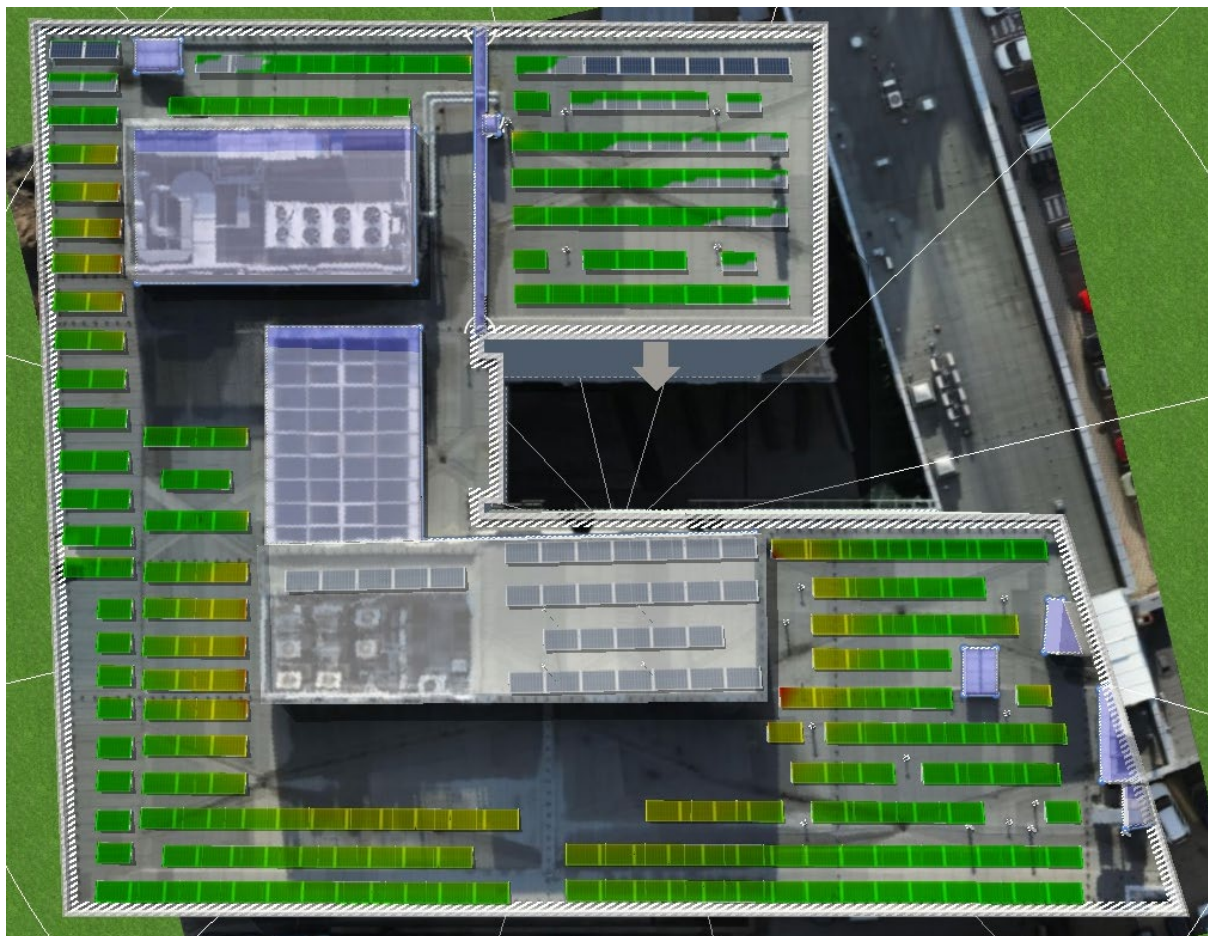
Odpowiednie połączenie modułów do MPP poszczególnych falowników zawarte zostało szczegółowo na string-planie w Załączniku nr 7. Natomiast w tabeli nr VI.3 zestawiono odpowiednią ilość modułów podłączanych do odpowiednich MPP falownika.

Tabela nr VI.3. Podłączenia modułów PV do odpowiednich MPP poszczególnych falowników.

Połączenie modułów PV do Falowników					
FALOWNIK-A			FALOWNIK-B		
MPP-1	17	szt.	MPP-1	19	szt.
	17	szt.		19	szt.
MPP-2	17	szt.	MPP-2	18	szt.
	17	szt.		18	szt.
MPP-3	17	szt.	MPP-3	17	szt.
	17	szt.		17	szt.
MPP-4	19	szt.	MPP-4	16	szt.
	19	szt.		16	szt.
SUMA:	140	szt.	SUMA:	140	szt.

Optymalizator

Zaprojektowana instalacja fotowoltaiczna z racji istniejącej zabudowy na dachu budynku CEUE narażona będzie na pewnych modułach na lokalne zacienienia. Przeprowadzona szczegółowa symulacja całoroczna w programie PVSol umożliwiła wskazanie procentowego zacienienia poszczególnych modułów PV w całorocznej analizie każdej doby. Procentowe zacienienie w symulacji całorocznej przedstawione zostało na rysunku nr VI.4.



Rysunek nr VI.4. Wyniki symulacji zacienienia modułów projektowanej instalacji PV.

W celu uniknięcia obniżenia mocy na poszczególne stringi zacienianych modułów zastosować należy:

- 35 szt. podwójnych optymalizatorów montowanych na poszczególnych modułach (moduły wskazane na rysunku nr VI.4).

2.3.5. KABLE, PRZEWODY, TRASY W INSTALACJI ELEKTRYCZNEJ DC I AC

Instalacje AC realizować przewodami 750V miedzianymi i kablami 1kV miedzianymi o odporności na ogień klasy.

Przewody i kable układać:

- na dachu w korytach z pokrywą,
- w budynku w korytach perforowanych,
- w istniejących trasach kablowych,
- w istniejącym szachcie instalacyjnym.

Dla prowadzenia przewodów i kabli stosować trasy nierozprzestrzeniające ognia NRO.

Wszystkie przejścia przez ściany i stropy wydzielenia pożarowego należy zabezpieczyć pokrywami o odporności nie mniejszej niż odporność ogniowa tych oddzielen.

DOBÓR PRZEWODÓW DC ORAZ TRASY KABLOWE DC

Przewody fotowoltaiczne mają za zadanie odprowadzanie energii elektrycznej wytworzonej w modułach fotowoltaicznych do falownika i są przeznaczone do pracy z prądem stałym. Dobór przekroju przeprowadzono w następujących krokach:

1. Warunek obciążalności długotrwałej przewodu:

$$I_{zw} < I_{dd}$$

gdzie:

I_{zw} – prąd zwarcia modułu [A],

I_{dd} – obciążalność długotrwała przewodu [A].

W tabeli poniżej przedstawiono zestawienie wyników dla wszystkich wariantów połączeń:

Typ połączenia modułów	I_b [A]	I_{zw} [A]	Przekrój przewodu [mm ²]	I_{dd} przewodu [A]	$I_{zw} < I_{dd}$ [tak/nie]
Pojedynczy szereg modułów	13,41	13,86	4	55	tak
Pojedynczy szereg modułów	13,41	13,86	6	70	tak

Z punktu widzenia długotrwałej obciążalności przewodu warunek spełnia zarówno przewód solarny o przekroju 4 mm², jak i o przekroju 6mm².

2. Warunek maksymalnego dopuszczalnego spadku napięcia:

$$\Delta U_{\%DC} < 2 \%,$$

gdzie:

$\Delta U_{\%}$ – maksymalny dopuszczalny spadek napięcia obliczany zgodnie z poniższym wzorem:

$$\Delta U_{\%DC} = \frac{I_b \times l}{\delta \times U_n \times s} \times 100\%$$

gdzie:

I_b – maksymalny prąd roboczy [A],

l – łączna długość okablowania uwzględniająca żyłę „+” i „-” [m],

δ – konduktywność miedzi

U_n - napięcie mocy maksymalnej w szeregu [V],

s – przekrój kabla [mm²]

Obliczenia wykazały, że dla dłuższych łańcuchów w przypadku zastosowania kabla 4mm² spadek napięcia przekroczy 2%, w związku z czym zaprojektowano przewody solarne o przekroju 6mm². W tabeli poniżej przedstawiono zestawienie wyników obliczeń dla wszystkich łańcuchów przy zastosowaniu przewodu solarnego 6mm². Długość okablowania uwzględnia sumę okablowania od początku do końca łańcucha.

Falownik A .MTTP.szereg 50 kW	Ilość modułów [szt.]	Imp [A]	Vmp [V]	Przekrój przewodu [mm ²]	Długość stringu pierwszy - ostatni moduł	Długość stringu ostatni moduł - falownik	Długość stringu l [m]	Spadek napięcia $\Delta u_{\%}$ [%]	$\Delta u_{\%} \leq 2\%$ [tak/nie]
A.1.1.	17	13,41	35,05	6	48	32	80	1,03	Tak
A.1.2.	17	13,41	35,05	6	61	47	108	1,40	Tak
A.2.3.	17	13,41	35,05	6	42	12	54	0,70	Tak
A.2.4.	17	13,41	35,05	6	54	21	75	0,97	Tak
A.3.5.	17	13,41	35,05	6	58	28	86	1,11	Tak
A.3.6.	17	13,41	35,05	6	61	29	90	1,16	Tak
A.4.7.	19	13,41	35,05	6	70	38	108	1,25	Tak
A.4.8.	19	13,41	35,05	6	92	47	139	1,61	Tak
SUMA	140								
MOC [kW]	65,8								

Falownik B .MTTP.szereg 50 kW	Ilość modułów [szt.]	Imp [A]	Vmp [V]	Przekrój przewodu [mm ²]	Długość stringu pierwszy - ostatni moduł	Długość stringu ostatni moduł - falownik	Długość stringu l [m]	Spadek napięcia $\Delta u_{\%}$ [%]	$\Delta u_{\%} \leq 2\%$ [tak/nie]
B.1.1.	19	13,41	35,05	6	46	12	58	0,67	Tak
B.1.2.	19	13,41	35,05	6	54	18	72	0,83	Tak
B.2.3.	18	13,41	35,05	6	41	9	50	0,61	Tak
B.2.4.	18	13,41	35,05	6	47	15	62	0,76	Tak
B.3.5.	17	13,41	35,05	6	63	34	97	1,25	Tak
B.3.6.	17	13,41	35,05	6	73	38	111	1,44	Tak
B.4.7.	16	13,41	35,05	6	79	44	123	1,69	Tak
B.4.8.	16	13,41	35,05	6	83	47	130	1,79	Tak
SUMA	140								
MOC [kW]	65,8								

Należy zastosować przewody solarne typu H1Z2Z2-K. Połączenia DC zaprojektowano za pomocą szybkozłączy MultiContact MC4. Ze względu na różne typy złącz solarnych stosowanych w różnych partiach produkcyjnych modułów, na etapie dostawy modułów należy zweryfikować typ zastosowanego złącza solarnego i zastosować złącze kompatybilne z nim.

Charakterystyka odporności przewodów solarnych:

- typ: H1Z2Z2-K
- Podwójnie izolowany
- Odporność na warunki atmosferyczne i promieniowanie UV
- Bezhalogenowy
- Klasa reakcji na ogień Dca-s2, d2, a1

Okablowanie DC na dachu pomiędzy modułami i optymalizatorami w ramach jednego rzędu należy prowadzić z wykorzystaniem dedykowanych uchwytów do ramy modułu. Trasy pomiędzy rzędami projektuje się w korytach metalowych. Odcinki koryt do 1 m mocować bezpośrednio do konstrukcji. Odcinki powyżej 1 m układać na dedykowanych wspornikach do instalacji odgromowych o wysokości min. 10 cm przyklejanych do powierzchni papy przeznaczonych do tego celu lepikiem.

ZABEZPIECZENIA ELEKTRYCZNE INSTALACJI

1. ZABEZPIECZENIA STRONY DC

W celu zabezpieczenia strony DC instalacji fotowoltaicznej, zastosowano:

- rozłącznik strony stałoprądowej: Rozłącznik DC wbudowany w falownik,
- ochronniki przepięciowe: DC T1+T2.

Ochronniki przepięciowe należy umieścić w rozdzielnicach RDC1 i RDC2 przy falownikach oraz w rozdzielnicach RDC A-1 – A-4 i RDC B-1 – B4 zlokalizowanych przy modułach.

Ze względu na niewielkie prądy robocze w celu minimalizacji zagrożeń związanych z możliwością powstania łuku, nie należy stosować zabezpieczeń nadprądowych DC na poziomie pojedynczych łańcuchów.

2. ZABEZPIECZENIA STRONY AC

Obliczanie wartości prądu I_b dla doboru zabezpieczenia przetężeniowego AC falownika:

$$I_b = \frac{P}{\sqrt{3} \times U_f \times \cos\varphi}$$

Moc wyjściowa falownika (AC) - $P = 50 \text{ kW}$

$$I_b = 50\,000 / (1,73 \times 400 \times 0,8) = 90,32 \text{ A}$$

Warunki prawidłowego zabezpieczenia kabli przed skutkami przeciążeń określa zależność:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

przy czym:

I_b – obliczeniowy prąd szczytowy obwodu, w A;

I_n – prąd znamionowy lub prąd nastawienia urządzenia zabezpieczającego, w A;

I_z – obciążalność prądowa długotrwała przewodu, w A;

Obciążalność długotrwała przewodu I_z powinna być nie mniejsza niż prąd znamionowy (lub nastawczy) I_n urządzenia zabezpieczającego od przeciążeń; natomiast prąd I_n – powinien być nie mniejszy niż obliczeniowy prąd szczytowy obwodu I_b .

Uwzględniając powyższe dla wartości prądu I_b oblicza się minimalną wartość I_n zabezpieczenia nadprądowego z uwzględnieniem marginesu dla prawidłowego działania aparatu w podwyższonych temperaturach (do 60°C):

$$I_n = 100 \text{ A}$$

Projektuje się zastosowanie zabezpieczenia przetężeniowego AC typu: **gG NH000 100A**.

Obliczanie wartości prądu I_b dla doboru zabezpieczenia przetężeniowego AC kabla RAC – RG-PV:

$$I_b = \frac{P}{\sqrt{3} \times U_f \times \cos \varphi}$$

Moc wyjściowa (AC) - $P = 100 \text{ kW}$

$$I_b = 100\,000 / (1,73 \times 400 \times 0,8) = 180,6 \text{ A}$$

Warunki prawidłowego zabezpieczenia kabli przed skutkami przeciążeń określa zależność:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

przy czym:

I_b – obliczeniowy prąd szczytowy obwodu, w A;

I_n – prąd znamionowy lub prąd nastawienia urządzenia zabezpieczającego, w A;

I_z – obciążalność prądowa długotrwała przewodu, w A;

Obciążalność długotrwała przewodu I_z powinna być nie mniejsza niż prąd znamionowy (lub nastawczy) I_n urządzenia zabezpieczającego od przeciążeń; natomiast prąd I_n – powinien być nie mniejszy niż obliczeniowy prąd szczytowy obwodu I_b .

Uwzględniając powyższe dla wartości prądu I_b oblicza się minimalną wartość I_n zabezpieczenia nadprądowego z uwzględnieniem marginesu dla prawidłowego działania aparatu w podwyższonych temperaturach (do 60°C):

$$I_n = 200 \text{ A}$$

Projektuje się zastosowanie zabezpieczenia przetężeniowego AC typu: **gG NH1 200A**.

Obliczanie wymaganych przekrojów okablowania AC

Kable AC będą prowadzone na dachu i po ścianach wewnętrznych w korytach kablowych perforowanych. Obliczenia dotyczące obciążalności prądowej długotrwałej wybranego okablowania po uwzględnieniu współczynnika korekcyjnego przedstawiono poniżej.

Warunek obciążalności długotrwałej:

$$I_b \leq I_z$$

$$I_z = I_{dd} * k_u$$

gdzie:

I_b – maksymalny prąd roboczy falownika [A],

I_z – obliczeniowa obciążalność długotrwała przewodu [A],

I_{dd} – obciążalność długotrwała przewodu [A],

k_u – współczynnik korekcyjny ilości obwodów [-].

Warunek przeciążalności:

$$I_b \leq I_N \leq I_z$$

$$k * I_N \leq 1,45 * I_z$$

gdzie:

I_b – maksymalny prąd roboczy falownika [A],

I_N – prąd znamionowy zabezpieczenia [A],

I_z – obliczeniowa obciążalność długotrwała przewodu [A],

k – współczynnik wielokrotności prądu znamionowego [-]

Warunek maksymalnego dopuszczalnego spadku napięcia:

$$\Delta U_{\%} < 2 \%,$$

gdzie:

$\Delta U_{\%}$ – maksymalny dopuszczalny spadek napięcia obliczany zgodnie z poniższym wzorem:

$$\Delta U_{\%} = \frac{\sqrt{3} \times I_b \times l \times \cos \varphi}{\delta \times U_n \times s} \times 100\%$$

gdzie:

I_b – maksymalny prąd roboczy [A],

l – długość okablowania [m],

δ – konduktywność miedzi,

U_n – napięcie znamionowe [V],

s – przekrój kabla [mm²],

$\cos \varphi$ - współczynnik mocy [-]

Na podstawie powyższych wzorów dobrano następujące kable:

Odcinek		Obciążenie			Okablowanie			
Początek	Koniec	Pz	cosφ	Ib	Typ kabla	Ilość żył	Przekrój żyły	Długość

		[kW]	[-]	[A]			s	l
							[mm ²]	[m]
RG-PV	RAC	100,0	0,8	180,6	YKXS	5	150	90
RAC	Fal. A	50,0	0,8	90,3	YKXS	5	50	15
RAC	Fal. B	50,0	0,8	90,3	YKXS	5	50	15

Weryfikacja poprawności doboru:

Odcinek		Zabezpieczenie				Obciążalność prądowa				Spadek napięcia	
Początek	Koniec	In	Typ	k	k • In						
						I _{dd}	I _z	1,45 • I _z	k • In ≤ 1,45 • I _z	Δu%	Δu% ≤ 2%
		[A]	[gG/gF]			[A]	[A]	[A]	[Tak/Nie]	[%]	[Tak/Nie]
RG-PV	RAC	200	gG	1,6	320	361	361,00	523,45	Tak	0,65	Tak
RAC	Fal. A	100	gG	1,6	160	125	125,00	181,25	Tak	0,16	Tak
RAC	Fal. B	100	gG	1,6	160	125	125,00	181,25	Tak	0,16	Tak

Obliczenia zebrane w powyższej tabeli potwierdziły prawidłowość doboru kabli AC.

2.4. INSTALACJA ODGROMOWA, UZIEMIENIA I POŁĄCZEŃ WYRÓWNAWCZYCH

Istniejący budynek CEUE wyposażony jest w instalację odgromową w postaci:

- zwodów poziomych, które stanowi pokrycie blaszane dachu oraz zwody wykonane drutem FeZn Ø8
- zwodów pionowych wysokości 6m.

Istniejąca instalacja odgromowa połączona jest z uziomem budynku poprzez zbrojenie ścian. Gęstość siatki zwodów poziomych oraz przewodów odprowadzających do uziomu kwalifikuje istniejącą instalację do ochrony kategorii III.

Dla projektowanej instalacji fotowoltaicznej przewidziano ochronę odgromową kategorii III.

Z uwagi na niemożność wykorzystania istniejącej instalacji jako izolacyjnej dla urządzeń PV należy przyjąć ochronę przed przepięciami atmosferycznymi SPD typu 1 we wszystkich rozdzielnicach instalacji PV.

Z uwagi na niemożność wykorzystania istniejącej instalacji jako izolacyjnej dla urządzeń PV należy przyjąć ochronę przed przepięciami atmosferycznymi SPD typu 1 we wszystkich

rozdzielnicach instalacji PV oraz rozbudować instalację połączeń wyrównawczych do podłączenia instalacji PV na dachu, w maszynowni na dachu oraz rozdzielnicy RG-PV w stacji transformatorowej na poziomie -1 budynku.

Połączeniami wyrównawczymi należy objąć:

- konstrukcje wsporcze instalacji PV zgodnie z rysunkiem będącym Załącznikiem nr 9,
- falowniki,
- szynę PE rozdzielnicy RG-PV,
- szynę PE i ochronniki przepięciowe AC rozdzielnicy RAC,
- ochronniki przepięciowe DC na dachu,
- drabinki i korytka instalacyjne, obudowy metalowe urządzeń, metalowe elementy konstrukcyjne.

Projekt modernizacji istniejącej instalacji odgromowej o dodatkowe maszty odgromowe oraz korekty zwodów poziomych zapewniające ochronę instalacji PV obejmuje:

- korekta tras zwodów poziomych w części północno-zachodniej oraz południowo-wschodniej budynku,
- rozbudowa instalacji odgromowej o dodatkowe maszty odgromowe wysokości 4m.

Szczegółowy zakres wymaganej przebudowy został pokazany na rysunku będącym Załącznikiem nr 9.

Konstrukcja budynku:

Stropodachy żelbetowe

Stropodachy żelbetowe zostały wykonane różnych technologiach:

- płyty filigran i monolityczne oparte na belkach i podciągach żelbetowych,
- płyta żelbetowa monolityczna w formie stropu płytowego z pogrubieniami nad słupami.

Materiały:

- beton: C30/35 i C25/30
- stal zbrojeniowa A-IIIN

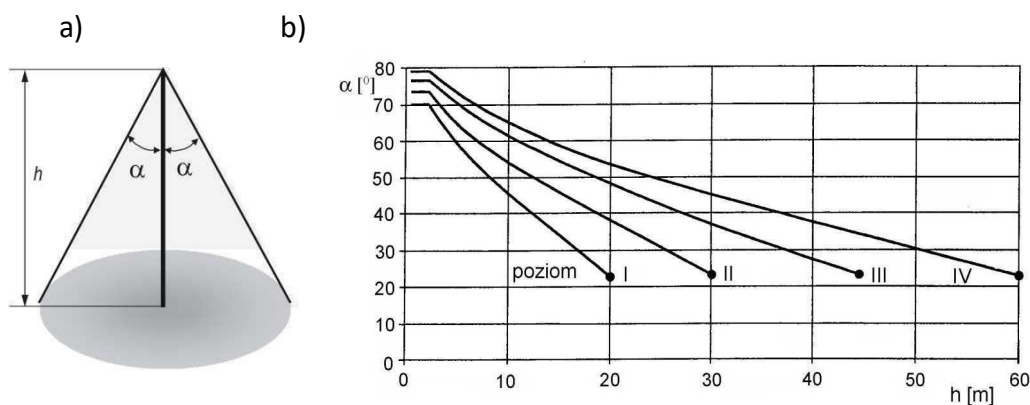
Stropodachy stalowe

Na części stropodachów zastosowano konstrukcje stalową. Instalację PV przewiduje się na dwóch obszarach z dachami stalowymi

- a. Dach stalowy w osiach 5-8/H1-K - Konstrukcję stalową zlokalizowano w północnej części segmentu B w postaci lekkiego przekrycia dachowego z blachy trapezowej T55 gr. 0,88 mm układanej na ruszcie z profili dwuteowych HEB 450 / HEB 240 oraz IPE 300 ze stali S235JR opieranych na ścianach i słupach żelbetowych
- b. Dach stalowy nad maszynownią 3.1-5.1/G-H - Przekrycie maszynowni wykonano z blachy trapezowej T60 gr. 1,00 mm układanej na wolnopodpartych dźwigarach stalowych z profili IPE 300 ze stali S235JR opartymi na wieńcu ścian pomieszczenia.

Wielkość odstępów izolacyjnych jest uzależniona od:

- parametrów prądu piorunowego,
- rodzaju materiału izolacyjnego jaki występuje w miejscach zbliżeń elementów urządzenia piorunochronnego i chronionych urządzeń,
- rozptywu prądu piorunowego w urządzeniu piorunochronnym obiektu budowlanego,
- odległości od miejsca zbliżenia, w którym może wystąpić przeskok, do najbliższego połączenia wyrównawczego lub ziemi liczona wzdłuż przewodu, w którym płynie prąd piorunowy.



Wyznaczanie kątów ochronnych z zależności od wymaganego poziomu ochrony i wysokości zwodu.

Wartości współczynników w równaniu określającym odstęp izolacyjny

Współczynnik	Wartość	
k_i - uzależniony od klasy LPS	0,08 - I klasa LPS; 0,06 - II klasa LPS; 0,04 - III i IV klasa LPS	
k_m - uzależniony od materiału odstępu izolacyjnego	1- powietrze 0,5 - beton, cegła 0,7 – 0,8 zastosowanie elementów dystansujących *	
k_c - uzależniony od rozprzężenia prądu w przewodach LPS	Układ uziemienia typu A	Układ uziemienia typu B
	1 - zwód pionowy i 1 przewód odprowadzający, 0,66 - zwód poziomy i 2 przewody odprowadzające, 0,44 - sieć zwodów oraz 4 i więcej przewodów odprowadzających	1 - zwód pionowy i 1 przewód odprowadzający, 0,5...1 - zwód poziomy i 2 przewody odprowadzające, 0,25...0,5 - sieć zwodów oraz 4 i więcej przewodów odprowadzających
* - wartości podawane przez producentów elementów dystansujących		

W rzeczywistych warunkach urządzenia wymagające ochrony przed bezpośrednim oddziaływaniem prądu piorunowego mogą znajdować się w dowolnym punkcie na powierzchni dachu. W takich przypadkach prąd piorunowy rozprzęża się w urządzeniu piorunochronnym i zmieniają się wartości współczynników k_c dla poszczególnych przewodów tego urządzenia na odcinku pomiędzy miejscem, w którym wyznaczamy odstęp izolacyjny a najbliższym połączeniem wyrównawczym.

Uwzględniając fakt rozprzężenia prądu piorunowego w elementach LPS odstęp izolacyjny wynosi:

$$s \geq \frac{k_i}{k_m} (k_{c1} \cdot l_1 + k_{c2} \cdot l_2 + \dots + k_{cm} \cdot l_m)$$

gdzie : l_1, l_2, \dots, l_m - odcinki przewodów LPS w których płyną prądy o wartościach określanych przez współczynniki $k_{c1}, k_{c2}, \dots, k_{cm}$.

$$s \geq \frac{k_i}{k_m} (k_{c1} \cdot l_1 + k_{c2} \cdot l_2 + \dots + k_{cm} \cdot l_m)$$

gdzie : l_1, l_2, \dots, l_m - odcinki przewodów LPS w których płyną prądy o wartościach określanych przez współczynniki $k_{c1}, k_{c2}, \dots, k_{cm}$.

Wykorzystując powyższą zależność można wyznaczyć odstęp izolacyjny w układach przestrzennych urządzeń piorunochronnych obiektów budowlanych.

Obliczona wartość odstępu izolacyjnego zgodnie z tabelą poniżej wyniosła 1,06m:

OBLICZENIA MINIMALNEGO ODSTĘPU IZOLACYJNEGO INSTALACJI ODGROMOWEJ												
Klasa ochrony LPS	wartość ki	wartość zastępczego km	wysokość masztu [m]	współczynnik rozprywu prądu drogi nr 1	długość drogi nr 1	współczynnik rozprywu prądu drogi nr 2	długość drogi nr 2	współczynnik rozprywu prądu drogi nr 3	długość drogi nr 3	współczynnik rozprywu prądu w przewodzie odprowadzającym	długość przewodu odprowadzającego	MINIMALNY ODSTĘP IZOLACYJNY [m]
3	0,04	1,00	6	1	5	0,5	11			0,5	20	1,06
OBLICZENIA ZASTĘPCZEGO współczynnika km												
Długość drogi nr 1	współczynnik dla drogi nr 1	Długość drogi nr 2	współczynnik dla drogi nr 2	Długość drogi nr 3	współczynnik dla drogi nr 3	Długość przewodu odprow.	współczynnik dla przew. odprow.					
5	1	11	1	0		20	1					
Współczynnik dla drogi, w której zwód, przewód odprowadzający jest prowadzony w powietrzu to 1 jeżeli prowadzony jest w jakimś materiale np. betonie, pod elewacją, cegle czy innym to 0,5 DEHNiso ma 0,7												

Obliczeniowy odstęp izolacyjny wynosi aż 1,06m co powoduje, że problematyczne jest rozmieszczenie wymaganej ilości modułów fotowoltaicznych zachowując wymagane odstępy. Po wnikliwej analizie istniejącej połaci dachu oraz znajdującej się infrastrukturze technicznej, jak również spełnieniu wymagań co do zapotrzebowania mocy całego układu instalacji PV na energię elektryczną wytwarzaną z odnawialnego źródła energii zdecydowano o łączeniu ww. instalacji do instalacji odgromowej. Taki zabieg jest zgodny z przepisami i normami.

Modernizacja instalacji odgromowej składać się będzie z modyfikacji zwodów poziomych i pionowych w ramach ochrony nowoprojektowanej instalacji PV

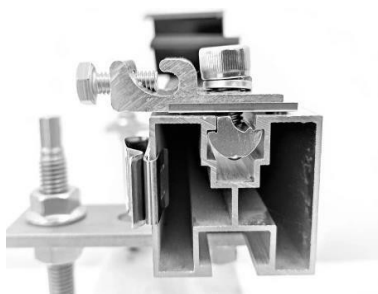
Dla istniejącego budynku przyjęto III stopień ochrony – zgodnie z projektem pierwotnym uwzględniającym pozostałe urządzenia zainstalowane na dachu.

Łączenie instalacji odgromowej do instalacji PV jest zgodne z przepisami i normami. Należy zadbać o to, żeby spełnić wszystkie wymagania co do wykonania takich połączeń.

W przypadku połączenia instalacji odgromowej z instalacją PV należy:

- zastosować zabezpieczenie przeciwprzepięciowe typu I+II,
- wykonać połączenia wyrównawcze przewodem miedzianym 16mm²,

Rysunek dachu będący Załącznikiem nr 9 z modernizacją instalacji odgromowej pokazuje miejsca połączeń z instalacją odgromową. Połączenia wykonać drutem odgromowym fi8 za pomocą połączeń skręcanych używając zaciski uziemiające np.



Nie są dopuszczone w roli przewodów wyrównawczych następujące części metalowe:

- rury wodociągowe ani rury zawierające palne gazy lub płyny,
- elementy konstrukcji poddawane naprężeniom w czasie normalnej pracy, w tym linki nośne,
- części giętkie i/lub sprężyste, jeśli ich przydatność nie jest potwierdzona przez producenta,
- korytka i drabinki instalacyjne

2.5. OCHRONA PRZECIWPRIĘCIOWA

W instalacji PV przewidziano ochronę przeciwprzebieciową jako ograniczniki przepięć SPD typu T1+T2 w rozdzielnicy RG-PV oraz w rozdzielnicach RAC, RDC1 i RDC2 przy falownikach, w obwodach DC w odległości większej niż 10m od falownika. Przewody łączące SPD w instalacji DC i AC powinny mieć minimalny przekrój 16mm².

2.6. OCHRONA PRZED PORAŻENIEM PRĄDEM ELEKTRYCZNYM

Dla zapewnienia bezpiecznej eksploatacji instalacji i urządzeń elektrycznych pracujących w układzie TN-S przewidziano:

- szyny połączeń wyrównawczych,
- połączenia wyrównawcze części przewodzących dostępnych,
- ochronę przed dotykiem bezpośrednim realizowaną przez izolowanie części czynnych (izolacja podstawowa) oraz stosowanie obudów i osłon o stopniu ochrony co najmniej IP2X,
- przewody posiadające izolację o napięciu znamionowym 750V,
- kable posiadające izolację o napięciu znamionowym 1kV,
- ochronę przed dotykiem pośrednim realizowaną za pomocą samoczynnego wyłączenia zasilania.

W instalacji elektrycznej DC dla zapewnienia bezpiecznej eksploatacji instalacji i urządzeń elektrycznych przewidziano ochronę w postaci ochrony przed dotykiem bezpośrednim realizowaną przez izolowanie części czynnych (izolacja podstawowa) oraz stosowanie obudów i osłon o stopniu ochrony co najmniej IP2X.

Należy uziemić szyny PE w rozdzielnicy RG-PV i rozdzielnicy RAC.

Dokonać sprawdzenia skuteczności ochrony przeciwporażeniowej i pomiarów rezystancji izolacji.

2.7. OCHRONA PRZECIWOŻAROWA

W istniejącym budynku główny wyłącznik prądu WG znajduje się w rozdzielnicy RG w stacji transformatorowej. Przycisk przeciwpożarowego wyłącznika prądu PWP znajduje się w portierni.

VII. ZAŁĄCZNIKI – SPIS RYSUNKÓW

Załącznik nr 1. Z-01: Projekt Zagospodarowania Terenu (PZT)

Załącznik nr 2. Z-02: Ogólny rzut dachu z projektowaną instalacją fotowoltaiczną

Załącznik nr 3. Z-03: Ogólny przekrój budynku z projektowaną instalacją fotowoltaiczną

Załącznik nr 4. Z-04: Rzut poziomu -1 (garaż) - instalacje elektryczne wraz z prowadzeniem trasy kablowej

Załącznik nr 5. Z-05: Rzut dachu – instalacje elektryczne. Elementy instalacji PV

Załącznik nr 6. Z-06: Schemat ideowy instalacji PV – strona DC wraz z falownikami i rozdzielnią R-AC

Załącznik nr 7. Z-07: String Plan instalacji fotowoltaicznej PV

Załącznik nr 8. Z-08: Trasy kablowe na dachu projektowanej instalacji fotowoltaicznej

Załącznik nr 9. Z-09: Rozbudowa/Przebudowa instalacji odgromowej

Załącznik nr 10. Z-10: Widok/Zagospodarowanie rozdzielnic PV-DC i PV-AC

Załącznik nr 11. Z-11: Ogólny rozkład podkonstrukcji na dachu pod instalację PV

Załącznik nr 12. Z-12: Rzut dachu z projektowanymi elementami podkonstrukcji

Załącznik nr 13. Z-13: Elementy podkonstrukcji PV – detale montażowe

Załącznik nr 14. Z-14: Projekt Wykonawczy przyłącza energetycznego zrealizowany zgodnie z wydanymi warunkami i uzgodniony z OSD Enea Operator Sp. z o.o.