

Biuro Usług Projektowych Tomasz Nicer
ul. Czechowska 7/3
20-072 Lublin
NIP: 712-146-64-68
tel. kom.: 603-37-16-37
tomasz.nicer@konstrukcje.lublin.pl
tomasz.nicer@gmail.com
www.konstrukcje.lublin.pl



Uwaga: Rozdzielność majątkowa potwierdzona aktem notarialnym A Nr 3348/2013 od dnia 05-08-2013

PROJEKT TECHNICZNY

BUDOWA SALI GIMNASTYCZNEJ PRZY SZKOLE PODSTAWOWEJ NA DZ. NR. 134/13
W MIEJSCOWOŚCI KŁODNICA DOLNA

BRANŻA-KONSTRUKCJA

OPRACOWAŁ: Tomasz Nicer
CZERWIEC 2024

INWESTYCJA:	BUDOWA SALI GIMNASTYCZNEJ PRZY SZKOLE PODSTAWOWEJ NA DZ. NR. 134/13 W MIEJSCOWOŚCI KŁODNICA DOLNA
ZLECENIODAWCA:	GMINA BORZECZÓW

Projektant główny:

mgr inż. Tomasz Nicer

nr uprawnień:

LUB/0107/PWOK/08

UPRAWNIENIA DO PROJEKTOWANIA I KIEROWANIA
ROBOTAMI BUDOWLANymi BEZ OGRANICZEŃ
W SPECJALNOŚCI KONSTRUKCYJNO-BUDOWLANEJ

podpis:

Sprawdzający:

mgr inż. Tomasz Banaszek

nr uprawnień:

LUB/0106/PWOK/08

UPRAWNIENIA DO PROJEKTOWANIA I KIEROWANIA
ROBOTAMI BUDOWLANymi BEZ OGRANICZEŃ
W SPECJALNOŚCI KONSTRUKCYJNO-BUDOWLANEJ

podpis:

SPIS TREŚCI

1. OŚWIADCZENIE, UPRAWNIENIA, ZAŚWIADCZENIA	4
1.1. Oświadczenie	4
1.2. Uprawnienia	5
1.3. Zaświadczenia	7
2. RODZAJ, ZAKRES I PODSTAWA OPRACOWANIA	9
2.1. Rodzaj i zakres opracowania	9
2.1.1. Rodzaj opracowania	9
2.1.2. Zakres opracowania	9
2.1.3. Funkcja i forma architektoniczna	9
2.1.4. Materiały podstawowe	9
2.1.5. Akty prawne	9
2.1.6. Normy	9
3. GEOTECHNICZNE WARUNKI POSADOWIENIA	10
3.1. Kategoria geotechniczna i warunki gruntowe	10
3.1.1. Forma ustalenia geotechnicznych warunków posadowienia	10
3.1.2. Warunki gruntowe	10
3.1.3. Kategoria geotechniczna	10
3.2. Dokumentacja geotechniczna i geologiczno-inżynierska	11
3.3. Określenie zakresu badań geotechnicznych	12
4. OPIS TECHNICZNY	17
4.1. Projektowany układ konstrukcyjny budynku	17
4.2. Rozwiązania konstrukcyjno-materiałowe	17
4.2.1. Materiały podstawowe	17
4.2.2. Fundamenty i ściany fundamentowej	17
4.2.3. Słupy, trzpienie żelbetowe	17
4.2.4. Podciągi, nadproża, wieńce żelbetowe	17
4.2.5. Strop żelbetowy	17
4.2.6. Konstrukcja dachu	17
4.3. Warunki wykonania konstrukcji murowanych	18
4.4. Warunki wykonania konstrukcji stalowych	18
4.4.1. Zabezpieczenie antykorozyjne elem. stalowych	18
4.4.2. Materiał	18
4.4.3. Połączenia śrubowe	18
4.4.4. Połączenia spawane	18
4.5. Ogólne wytyczne dotyczące robót budowlanych	18
5. ZAŁOŻENIA ANALITYCZNE I OBLICZENIOWE	20
5.1. Podstawowe założenia	20
5.1.1. Obciążenie śniegiem	20
5.1.2. Obciążenie wiatrem	21
5.1.3. Określenie głębokości przemarzania	21
6. OBLICZENIA	23
6.1. Dane modelu	23
6.2. Materiały	23
6.3. Przypadki obciążeń	25
6.4. Grupy obciążeń (Eurokod-PL)	26
6.5. Wymiarowanie stóp fundamentowych	29
6.6. Wymiarowanie elementu drewnianego – dźwigar z drewna klejonego	36
6.7. Wymiarowanie elementu drewnianego – płatew z drewna klejonego	42
7. ZALECENIA I UWAGI	48

SPIS RYSUNKÓW

NR RYSUNKU	TYTUŁ RYSUNKU	SKALA
K-001	RZUT FUNDAMENTÓW PRZEKRÓJ A-A	1:100
K-002	RZUT POZYCYJNY -2.00	1:100
K-003	RZUT PARTERU	1:100
K-004	RZUT POZYCYJNY +5.00	1:100
K-005	RZUT KONSTRUKCJI DACHU	1:100
K-006	PRZEKRÓJ B-B PRZEKRÓJ C-C	1:50
K-007	ŚCIANA W OSI A ŚCIANA W OSI K	1:100
K-101	STOPA FUNDAMENTOWA F.ST.01	1:25
K-102	STOPA FUNDAMENTOWA F.ST.02	1:25
K-103	ŁAWA FUNDAMENTOWA F.LF.01 F.LF.02 L.LF.03 F.LF.04	1:25
K-104	ZBROJENIE NAROŻY ŁAW BELKA FUNDAMENTOWA F.BF.01	1:25
K-105	ŚCIANA FUNDAMENTOWA F.SC.01 ZBROJENIE NAROŻY ŚCIAN	1:25
K-106	ŚCIANA FUNDAMENTOWA F.SC.02	1:25
K-107	PŁYTA FUNDAMENTOWA F.PL.01 ZBROJENIE DOLNE ZBROJENIE GÓRNE	1:50
K-201	SŁUP ŻELBETOWY 00.SL.01 SŁUP ŻELBETOWY 01.SL.01	1:25
K-202	TRZPIEŃ ŻELBETOWY 00.TZ.01 TRZPIEŃ ŻELBETOWY 01.TZ.01	1:25
K-203	TRZPIEŃ ŻELBETOWY 00.TZ.02 TRZPIEŃ ŻELBETOWY 01.TZ.02	1:25
K-204	TRZPIEŃ ŻELBETOWY 00.TZ.03 TRZPIEŃ ŻELBETOWY 01.TZ.03	1:25
K-205	TRZPIEŃ ŻELBETOWY 00.TZ.04 TRZPIEŃ ŻELBETOWY 01.TZ.04	1:25
K-206	TRZPIEŃ ŻELBETOWY 00.TZ.05 TRZPIEŃ ŻELBETOWY 02.TZ.01	1:25
K-207	TRZPIEŃ ŻELBETOWY 01.TZ.05 TRZPIEŃ ŻELBETOWY 01.TZ.06	1:25
K-208	SŁUP ŻELBETOWY 00.SL.02	1:25
K-209	SŁUP ŻELBETOWY 00.SL.03	1:25
K-301	BELKA ŻELBETOWA 00.BŻ.01 BELKA ŻELBETOWA 00.BŻ.02	1:25
K-302	BELKA ŻELBETOWA 00.BŻ.03 BELKA ŻELBETOWA 00.BŻ.04	1:25
K-303	BELKA ŻELBETOWA 00.BŻ.05 NADPROŻE ŻELBETOWE 00.ND.01	1:25
K-304	BELKA ŻELBETOWA 01.BŻ.01 BELKA ŻELBETOWA 01.BŻ.02	1:25
K-305	WIENIEC ŻELBETOWY 00.W.01 00.W.02 01.W.02 01.WA.01 DETAL NAROŻY WIEŃCÓW	1:25
K-401	PŁYTA STROPOWA 00.PL.01 ZBROJENIE DOLNE ZBROJENIE GÓRNE	1:25
K-501	NADPROŻE STALOWE 00.NS.01	1:25/10
K-502	NADPROŻE STALOWE 00.NS.02	1:25/10
K-503	NADPROŻE STALOWE 00.NS.03	1:25/10

1. OŚWIADCZENIE, UPRAWNIENIA, ZAŚWIADCZENIA

1.1. Oświadczenie

Oświadczenie projektantów

INWESTYCJA: BUDOWA SALI GIMNASTYCZNEJ PRZY SZKOLE PODSTAWOWEJ NA DZ. NR. 134/13 W MIEJSCOWOŚCI KŁODNICA DOLNA

INWESTOR: GMINA BORZECZÓW

Zgodnie z art. 34 ust. 3d pkt 3 ustawy z dnia 7.07.1994r. „Prawo Budowlane” z późniejszymi zmianami, oświadczamy, że opracowany przez nas projekt budowlany wykonany został zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej.

Projektant główny:

mgr inż. Tomasz Nicer

nr uprawnień:

LUB/0107/PWOK/08

UPRAWNIENIA DO PROJEKTOWANIA I KIEROWANIA
ROBOTAMI BUDOWALNYMI BEZ OGRANICZEŃ
W SPECJALNOŚCI KONSTRUKCYJNO-BUDOWLANEJ

podpis:

Sprawdzający:

mgr inż. Tomasz Banaszek

nr uprawnień:

LUB/0107/PWOK/08


UPRAWNIENIA DO PROJEKTOWANIA I KIEROWANIA
ROBOTAMI BUDOWALNYMI BEZ OGRANICZEŃ
W SPECJALNOŚCI KONSTRUKCYJNO-BUDOWLANEJ

podpis:

DATA OPRACOWANIA:

CZERWIEC 2024

1.2. Uprawnienia

 <p>LUBELSKA OKRĘGOWA IZBA INŻYNIERÓW BUDOWNICTWA</p> <p>LOIB OKK 7131/31/7132/60/08</p> <p>Lublin, dnia 27 maja 2008 r.</p>	<p style="text-align: center;">DECYZJA</p> <p style="text-align: center;">Pan Tomasz Grzegorz NICER</p> <p style="text-align: center;">magister inżynier urodzony 19 marca 1973 r. w Lublinie otrzymuje</p> <p style="text-align: center;">UPRAWNIENIA BUDOWLANE</p> <p style="text-align: center;">Nr ewidencyjny: LUB/0107/PWOK/08</p> <p style="text-align: center;">do projektowania i kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń w specjalności konstrukcyjno-budowlanej</p> <p>W związku z uwzględnieniem w całości zażądań stron, na podstawie art. 107 § 4 k.p.a. odstępuje się od umiarkowania decyzji. Zakres nadanych uprawnień budowlanych wskazano na odwrocie decyzji.</p> <p>Podstawa:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Rozdział art. 12 ust. 2 i 3 ustawy Prawo budowlane – zadaniem do wykonania umiarkowanych funkcji inżynierskich w budownictwie stanowi wpis w danej decyzji, do którego systemu (branży) Inspektorat Służby Budowlanej oraz wpis na liście członków właściwej Izby samorządu zawodowego, potwierdzony zaświadkowaniem wydanym przez tę izbę, z określonym w nim terminem ważności;2. Od decyzji niniejszej aluzji odwołane do Krajowej Komisji Kwalifikacyjnej Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa w Warszawie, za pośrednictwem Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej Lubelskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa w Lublinie w terminie czterech dni od dnia jej doręczenia. <table border="0"><tr><td style="vertical-align: top;"><p>Otrzymuje:</p><p>1. Pan Tomasz Nicer ul. Człobowska 7/3, 20-031 Lublin Nadzorca Budowlanego</p><p>3. in.</p></td><td style="vertical-align: top;"><p>Obrazek</p><p>dr inż. Andrzej Piślik</p><p>Obrazek</p><p>Skład orzekający Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej</p><p>Przewodniczący Sładek Orlakowski OKK dr hab. inż. Anna Halicka</p></td></tr></table>	<p>Otrzymuje:</p> <p>1. Pan Tomasz Nicer ul. Człobowska 7/3, 20-031 Lublin Nadzorca Budowlanego</p> <p>3. in.</p>	<p>Obrazek</p> <p>dr inż. Andrzej Piślik</p> <p>Obrazek</p> <p>Skład orzekający Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej</p> <p>Przewodniczący Sładek Orlakowski OKK dr hab. inż. Anna Halicka</p>	<p style="text-align: center;">Szczegółowy zakres uprawnień do projektowania i kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń w specjalności konstrukcyjno-budowlanej</p> <p style="text-align: center;">Pan Tomasz Grzegorz NICER</p> <p>I. Na mocy art. 12 ust. 1 pkt 1, 2, 3, 4 i 5 ustawy Prawo budowlane, niniejsze uprawnienia stanowią podstawę do:</p> <ol style="list-style-type: none">a) projektowania, sprawdzania projektów architektoniczno-budowlanych w specjalności konstrukcyjno-budowlanej autorskiego,b) kierowania budową lub innymi robotami budowlanymi,c) kierowania wytworzeniem konstrukcyjnych elementów budowlanych oraz nadzoru i kontroli technicznej wytworzenia tych elementów,d) wykonywania nadzoru inwestorskiego,e) sprawowania kontroli technicznej utrzymania obiektów budowlanych. <p>II. Na mocy § 15 i § 17 ust. 1 pkt. 1 i 2 rozporządzenia Ministra Transportu i Budownictwa z dnia 28 kwietnia 2006 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie, niniejsze uprawnienia uprawniają do projektowania obiektu budowlanego w zakresie:</p> <ol style="list-style-type: none">a) sporządzania projektu architektoniczno-budowlanego w odniesieniu do konstrukcji obiektu,b) kierowania robotami budowlanymi w odniesieniu do konstrukcji i architektury obiektu. <p>Uprawnienia budowlane do projektowania w odpowiedniej specjalności uprawniają do sporządzania projektu zagospodarowania działki lub terenu, w zakresie danej specjalności.</p> <p style="text-align: right;">Przewodniczący Sładek Orlakowski OKK dr hab. inż. Anna Halicka</p> 
<p>Otrzymuje:</p> <p>1. Pan Tomasz Nicer ul. Człobowska 7/3, 20-031 Lublin Nadzorca Budowlanego</p> <p>3. in.</p>	<p>Obrazek</p> <p>dr inż. Andrzej Piślik</p> <p>Obrazek</p> <p>Skład orzekający Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej</p> <p>Przewodniczący Sładek Orlakowski OKK dr hab. inż. Anna Halicka</p>			

DECYZJA

utwierdzamy. 28

Pan Tomasz Kazimierz BANASZEK

magister inżynier
urodzony 6 marca 1972 r. w Lublinie
otrzymuje

UPRAWNIENIA BUDOWLANE

Nr ewidencyjny: LUB/0106/PWOK/08

UZASADNIENIE

W związku z uwzględnieniem w całości zażądania strony, na podstawie art. 167 § 4 K.p.a. odrzuca się od uzasadnienia decyzji Załes nadanych uprzednim budowlanych wskazano na odwołanie decyzji.

Discussion

- Zgodnie z art. 12 ust. 7 w.w. ustawy Prawo budowlane – podjęcie do wykonania samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie stanowi wpis, w drodze decyzji, do centralnego rejestru Głównego Inspektora Nadzoru Budowlanego oraz wpisu na listę członków właściwej jury samorządu zawodowego, potwierdzoną zaświadkowaniem wydawanym przez urząd, z określonym w nim terminem ważności.
- Od decyzji niniejszej jury odwołali się Krajowej Komisji Kwalifikacyjnej Podkarpackiej Izby Inżynierów Budownictwa w Warszawie, za pośrednictwem Krajowej Komisji Kwalifikacyjnej Lubelskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa w Lublinie w terminie czterech dni od dnia jej doręczenia.

Wydział Orzekający Okręgowy Komisji Kwalifikacyjnej

Cytosol

dr inż. Wiesław Nurk



Przewodniczący
Sądu Okręgowego OKK
[Signature]
dr hab. inż. Anna Halińska

Otrzymują:

1. Pan Tomasz Barnaszek
ul. M. Cwiklińskiej 3/9,
20-067 Lublin

2. Główny Inspektor
Nadzoru Budowlanego

1. 4/2

2

**Szczegółowy zakres uprawnień
do projektowania i kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń
w specjalności konstrukcyjno-budowlanej**

Pan Tomasz Kazimierz BANASZEK

1. Na mocy art. 12 ust. 1 pkt 1, 2, 3, 4 i 5 ustawy Prawo budowlane, niniejsze uprawnienia stanowią podstawę do:

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

II. Na mocy § 15 i § 17 ust. 1 pkt 1 i 2 rozporządzenia Ministra Transportu i Budownictwa z dnia 28 kwietnia 2006 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie, niniejsze uprawnienia uprawniają do projektowania obiektu budowlanego w zakresie:

- a) sporządzenia projektu architektoniczno-budowlanego w odniesieniu do konstrukcji obiektu,
 - b) kierowania robotami budowlanymi w odniesieniu do konstrukcji i architektury obiektu.
- Uprawnienia budowlane do projektowania w odpowiedniej specjalności uprawniają do sporządzania projektu zagospodarowania działki lub terenu, w zakresie danej specjalności.

Przewodniczący
Składu Czekającego OKK
[Signature]
dr hab. inż. Anna Halińska



1.3. Zaświadczenia



Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

LUB-FG2-FDR-C2Y *

Pan Tomasz Grzegorz Nicer o numerze ewidencyjnym LUB/BO/0279/08

adres zamieszkania ul. Czechowska 7/3, 20-072 Lublin

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

Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2023-09-01 do 2024-08-31.

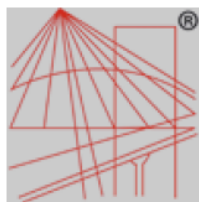
Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2023-08-29 roku przez:

Joanna Gieroba, Przewodniczący Rady Lubelskiej 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.



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

Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

LUB-D9E-ZX7-STZ *

Pan Tomasz Kazimierz Banaszek o numerze ewidencyjnym LUB/BO/0278/08
adres zamieszkania ul. Ćwiklińskiej 3/9, 20-067 Lublin
jest członkiem Lubelskiej 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 2023-08-29 roku przez:

Joanna Gieroba, Przewodniczący Rady Lubelskiej 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.

2. RODZAJ, ZAKRES I PODSTAWA OPRACOWANIA

2.1. Rodzaj i zakres opracowania

2.1.1. Rodzaj opracowania

Projekt techniczny branży konstrukcyjnej sali gimnastycznej.

2.1.2. Zakres opracowania

Zakres opracowania obejmuje wykonanie projektu technicznego branży konstrukcje budowlane.

2.1.3. Funkcja i forma architektoniczna

Wg projektu branży architektura.

2.1.4. Materiały podstawowe

- Projekt techniczny branży Architektura.
- Opinia geotechniczna – GEO-WIZJA USŁUGI GEOLOGICZNE MARIUSZ ŻOŁĄDŹ
- Dokumentacja badań podłoża – GEO-WIZJA USŁUGI GEOLOGICZNE MARIUSZ ŻOŁĄDŹ

2.1.5. Akty prawne

- [1] Rozporządzenie ministra infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. z dnia 15 czerwca 2002 r.),
- [2] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 27 sierpnia 2002 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy podczas wykonywania robót budowlanych (Dz. U. Nr 47, poz.401),
- [3] USTAWA z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane,
- [4] ROZPORZĄDZENIE MINISTRA TRANSPORTU, BUDOWNICTWA I GOSPODARKI MORSKIEJ w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego,
- [5] Dz. U.2012.463 ROZPORZĄDZENIE MINISTRA TRANSPORTU, BUDOWNICTWA I GOSPODARKI MORSKIEJ z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych,
- [6] Dz. U. 2011 Nr 163 poz. 981 USTAWA z dnia 9 czerwca 2011 r. Prawo geologiczne i górnicze.

2.1.6. Normy

- [7] PN-90/B-03000 Projekty budowlane. Obliczenia statyczne,
- [8] PN-82/B-02000 obciążenia budowli. Zasady ustalania wartości,
- [9] PN-82/B-02001 Obciążenia budowli. Obciążenia stałe,
- [10] PN-82/B-02003 Obciążenia budowli. Obciążenia zmienne technologiczne. Podstawowe obciążenia technologiczne i montażowe,
- [11] PN-88/B-02014 Obciążenia budowli. Obciążenie gruntem,
- [12] PB-80/B-02010 Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenie śniegiem,
- [13] PB-80/B-02010/Az1 Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenie śniegiem,
- [14] PB-77/B-02011 Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenie wiatrem,
- [15] PB-B-02011:1977/Az1 lipiec 20009 Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenie wiatrem,
- [16] PN-76/B-03001 Konstrukcje i podłoża budowli. Ogólne zasady obliczeń,
- [17] PN-B-02479 Geotechnika. Dokumentowanie geotechniczne. Zasady ogólne,
- [18] PN-90/B-03200 Konstrukcje stalowe - Obliczenia statyczne i projektowanie,
- [19] PN-B-03002 lipiec 2007 Konstrukcje murowe. Projektowanie i obliczanie.
- [20] PN-B-01029 Rysunek budowlany Zasady wymiarowania na rysunkach techniczno-budowlanych
- [21] PN-EN 1990:2004/A1:2008 Eurokod 0 - Podstawy projektowania konstrukcji,
- [22] PN-EN 1992-1-1:2008 Eurokod 2 - Projektowanie konstrukcji z betonu - Część 1-1: Reguły ogólne i reguły dla budynków,
- [23] PN-EN 1993-1-1:2006 Eurokod 3 - Projektowanie konstrukcji stalowych - Część 1-1: Reguły ogólne i reguły dla budynków,
- [24] PN-EN 1996-1-1:2006 Eurokod 6 - Projektowanie konstrukcji murowych - Część 1-1: Reguły ogólne dla zbrojonych i niezbrojonych konstrukcji murowych
- [25] PN-EN 1997-1 Eurokod 7. Projektowanie geotechniczne. Część 1: Zasady ogólne.
- [26] PN-EN 1997-2 Eurokod 7. Projektowanie geotechniczne. Część 2: Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego.
- [27] PN-B-02479:1998 Geotechnika. Dokumentowanie geotechniczne Zasady ogólne.

3. GEOTECHNICZNE WARUNKI POSADOWIENIA

3.1. Kategoria geotechniczna i warunki gruntowe

- [27] PN-B-02479:1998 Geotechnika. Dokumentowanie geotechniczne Zasady ogólne.
- [25] PN-EN 1997-1 Eurokod 7. Projektowanie geotechniczne. Część 1: Zasady ogólne.
- [26] PN-EN 1997-2 Eurokod 7. Projektowanie geotechniczne. Część 2: Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego.
- [5] Dz.U.2012.463 ROZPORZĄDZENIE MINISTRA TRANSPORTU, BUDOWNICTWA I GOSPODARKI MORSKIEJ z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych,
- [6] Dz. U. 2011 Nr 163 poz. 981 USTAWA z dnia 9 czerwca 2011 r. Prawo geologiczne i górnicze.

3.1.1. Forma ustalenia geotechnicznych warunków posadowienia

Geotechniczne warunki posadowienia przedstawia się w formie:

wg [5]:

- Opinia geotechniczna,
- Dokumentacja badań podłoża gruntowego,
- Projekt geotechniczny.

Wg [6]:

- Projekt robót geologicznych,
- Dokumentacja geologiczno-inżynierska,
- Dokumentacja hydrogeologiczna.

3.1.2. Warunki gruntowe

- **proste warunki gruntowe** - występujące w przypadku warstw gruntów jednorodnych genetycznie i litologicznie, równoległych do powierzchni terenu, nie obejmujących gruntów słabonośnych, przy zwierciadle wód gruntowych poniżej projektowanego poziomu posadawiania oraz braku występowania niekorzystnych zjawisk geologicznych,
- **złożone warunki gruntowe** - występujące w przypadku warstw gruntów niejednorodnych, nieciągłych, zmiennych genetycznie i litologicznie, obejmujących grunty słabonośne, przy zwierciadle wód gruntowych w poziomie projektowanego posadawiania i powyżej tego poziomu oraz przy braku występowania niekorzystnych zjawisk geologicznych,
- **skomplikowane warunki gruntowe** - występujące w przypadku warstw gruntów objętych występowaniem niekorzystnych zjawisk geologicznych, zwłaszcza zjawisk i form krasowych, osuwiskowych, sufozyjnych, kurzawkowych, glącitektonicznych, na obszarach szkód górniczych, przy możliwych nieciągłych deformacjach górotworu oraz w centralnych obszarach delt rzek.

Warunki gruntowe określono jako **PROSTE**

3.1.3. Kategoria geotechniczna

Kategorię geotechniczną określa się na podstawie [25] [5] [6]

3.1.3.1. Kategoria geotechniczna wg rozporządzenia

„...§ 4. 1. Kategorię geotechniczną ustala się w opinii geotechnicznej w zależności od stopnia skomplikowania warunków gruntowych oraz konstrukcji obiektu budowlanego, charakteryzujących możliwości przenoszenia odkształceń i drgań, stopnia złożoności oddziaływań, stopnia zagrożenia życia i mienia awarią konstrukcji, jak również od wartości zabytkowej lub technicznej obiektu budowlanego i możliwości znaczącego oddziaływania tego obiektu na środowisko...”.

W/w ustawa określa następujące kategorie geotechniczne:

..**pierwsza kategoria geotechniczna**, która obejmuje posadawianie niewielkich obiektów budowlanych, o statycznie wyznaczalnym schemacie obliczeniowym w prostych warunkach gruntowych, w przypadku których możliwe jest zapewnienie minimalnych wymagań na podstawie doświadczeń i jakościowych badań geotechnicznych...

..**druga kategoria geotechniczna**, która obejmuje obiekty budowlane posadawiane w prostych i złożonych warunkach gruntowych, wymagające ilościowej i jakościowej oceny danych geotechnicznych i ich analizy...

... **trzecia kategoria geotechniczna**, która obejmuje:

a) obiekty budowlane posadawiane w skomplikowanych warunkach gruntowych,

b) nietypowe obiekty budowlane niezależnie od stopnia skomplikowania warunków gruntowych, których wykonanie lub użytkowanie może stwarzać poważne zagrożenie dla użytkowników, takie jak: obiekty energetyki, rafinerie, zakłady chemiczne, zapory wodne i inne budowle hydrotechniczne o wysokości piętrzenia powyżej 5,0 m, budowle stoczniowe, wyspy morskie i platformy wiertnicze oraz inne skomplikowane budowle morskie, lub których projekty budowlane

c) obiekty budowlane zaliczane do inwestycji mogących zawsze znacząco oddziaływać na środowisko, określone w rozporządzeniu Rady Ministrów z dnia 9 listopada 2010 r. w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko (Dz. U. Nr 213, poz. 1397),

d) budynki wysokościowe projektowane w istniejącej zabudowie miejskiej,

e) obiekty wysokie, których głębokość posadawiania bezpośredniego przekracza 5,0 m lub które zawierają więcej niż jedną kondygnację zagłębioną w gruncie,

- f) tunele w twardych i niespękanych skałach, w warunkach niewymagających specjalnej szczelności,
- g) obiekty infrastruktury krytycznej,
- h) obiekty zabytkowe i monumentalne.

3.1.3.2. Kategoria geotechniczna wg normy

- **Zaleca się aby 1 kategoria geotechniczna**

obejmowała tylko małe i względnie proste konstrukcje:

dla których można zagwarantować, że podstawowe wymagania będą spełnione na podstawie doświadczenia i jakościowych badań geotechnicznych; z pomijalnym ryzykiem.

Zaleca się, aby procedura 1 kategorii geotechnicznej została uznana za wystarczającą jedynie wtedy, gdy ryzyko związane z ogólną statecznością i przemieszczeniami podłoża jest pomijalnie małe oraz w warunkach gruntowych znanych z porównywalnych doświadczeń jako wystarczająco proste.

W takich przypadkach można stosować rutynowe metody projektowania i wykonywania fundamentu.

Przyjęcie 1 kategorii geotechnicznej jest właściwe tylko wtedy, gdy dno wykopu znajduje się powyżej zwierciadła wody gruntowej lub gdy porównywalne doświadczenie lokalne wskazuje, że planowany wykop poniżej zwierciadła wody będzie łatwy do wykonania.

- **Zaleca się, aby 2 kategoria geotechniczna**

obejmowała typowe rodzaje konstrukcji i fundamentów, nie stwarzające szczególnego ryzyka oraz wtedy, gdy nie występują trudne warunki gruntowe lub obciążeniowe.

Zaleca się, aby projekty konstrukcji w 2. kategorii geotechnicznej zawierały ilościowe dane geotechniczne i analizy w celu zapewnienia spełnienia wymagań podstawowych.

W przypadku projektów z 2. kategorii geotechnicznej można stosować rutynowe procedury badań terenowych i laboratoryjnych oraz projektowania i wykonawstwa.

UWAGA Poniżej podano przykłady typowych konstrukcji lub części konstrukcji, odpowiadających 2. kategorii geotechnicznej:

- fundamenty bezpośrednie; fundamenty płytowe;
- fundamenty palowe;
- ściany oporowe i inne konstrukcje oporowe utrzymujące grunt albo wodę,
- wykopy;
- filary i przyczółki mostowe;
- kotwy gruntowe i inne systemy kotwiące;
- tunele w twardych, niespękanych skałach, nie wymagające specjalnej szczelności lub innych warunków.

- **Zaleca się, aby 3. kategoria geotechniczna**

obejmowała konstrukcje lub części konstrukcji, których nie można zaliczyć do kategorii geotechnicznych 1 i 2.

- **Zaleca się, aby 3 kategoria geotechniczna** obejmowała ustalenia i zasady alternatywne do zawartych w niniejszej normie.
 - bardzo duże lub nietypowe konstrukcje;
 - konstrukcje narażone na nadzwyczajne ryzyko, w nietypowych albo w wyjątkowo trudnych warunkach gruntowych, lub obciążeniowych; - konstrukcje na obszarach o wysokiej sejsmiczności; - konstrukcje na obszarach, gdzie z dużym prawdopodobieństwem może wystąpić niestateczność terenu lub długotrwałe ruchy podłoża, które wymagają osobnych badań lub podjęcia specjalnych zabiegów.

Przyjęto 1 kategorię geotechniczną.

3.2. Dokumentacja geotechniczna i geologiczno-inżynierska

Poniżej podano zestawienia koniecznych do wykonania opracowań geotechnicznych i geologiczno-inżynierskich w zależności o przyjętych warunków posadowienia i kategorii geotechnicznej obiektu.

KATEGORIA GEOTECHNICZNA	WARUNKI GRUNTOWO-WODNE		
	PROSTE	ZŁOŻONE	SKOMPLIKOWANE
I KAT. GEOTECHNICZNA	OPINIA GEOTECHNICZNA		
II KAT. GEOTECHNICZNA	OPINIA GEOTECHNICZNA DOKUMENTACJA BADAŃ PODŁOŻA GRUNTOWEGO PROJEKT GEOTECHNICZNY	OPINIA GEOTECHNICZNA DOKUMENTACJA BADAŃ PODŁOŻA GRUNTOWEGO PROJEKT GEOTECHNICZNY PROJEKT ROBÓT GEOLOGICZNYCH DOKUMENTACJA GEOLOGICZNO-INŻ.	
III KAT. GEOTECHNICZNA	OPINIA GEOTECHNICZNA DOKUMENTACJA BADAŃ PODŁOŻA GRUNTOWEGO PROJEKT GEOTECHNICZNY PROJEKT ROBÓT GEOLOGICZNYCH DOKUMENTACJA GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKĄ		

Zatem wykonano następujące rodzaje dokumentacji geotechnicznej i geologiczno-inżynierskiej.

- Opinia geotechniczna,

3.3. Określenie zakresu badań geotechnicznych

Podano fragmenty PN-B-02479:1998 Geotechnika Dokumentowanie geotechniczne Zasady ogólne.

Badania kategorii I dotyczą tylko prostych warunków gruntowych. Wstępne informacje o występowaniu prostych warunków gruntowych można uzyskać z materiałów geologicznych i archiwalnych profili wierceń w otoczeniu projektowanej budowli; wykorzystać tu można również doświadczenia regionalne i wywiady dotyczące posadowienia sąsiednich obiektów, spostrzeżenia dotyczące rzeźby terenu, rodzaju szaty roślinnej itp.

Badania kategorii I obejmują:

- rozpoznanie gruntów zalegających w poziomie posadowienia,
- rozpoznanie gruntów do poziomu posadowienia w celu ustalenia prawidłowej organizacji robót ziemnych,
- określenie profilu gruntowego od 2 m do 3 m poniżej poziomu posadowienia,
- ustalenie zwierciadła, wahań poziomu wody gruntowej i jej agresywności.

Rozpoznanie warunków geotechnicznych kategorii I odbywa się zazwyczaj na podstawie:

- a) dokumentacji archiwalnych,
- b) małośrednicowych wierceń geotechnicznych,
- c) obserwacji studni lub innych punktów umożliwiających ustalenie poziomu wód gruntowych i agresywności środowiska.

Badania laboratoryjne wykonuje się tylko sporadycznie w celu sprawozdania oznaczeń makroskopowych.

Rodzaj i liczbę niezbędnych punktów badawczych oraz ich rozmieszczenie ustala się zależnie od stopnia wstępnego rozpoznania geologicznego terenu, warunków gruntowych i wodnych oraz projektowania zabudowy. Nowe punkty sytuuje się zwykle od 2 m do 3 m poza obrysem budynku, a w przypadku budowli wielonawowych również w osiach słupów wewnętrznych. Dla jednego budynku o powierzchni mniejszej niż 600 m² należy wykonać, co najmniej trzy otwory wiertnicze lub wykopy badawcze względnie sondowania. Dla obiektów o powierzchni większej niż 600 m² liczbę otworów lub wykopów należy zwiększyć, zgodnie z tablicą 2, przy czym odległość między nimi nie powinna przekraczać od 30 m do 50 m.

Dla obiektów liniowych odległość między punktami badawczymi nie powinna przekraczać 100 m.

Podane liczby oznaczają łączną liczbę punktów badanych.

Z analizy powyższych zapisów ustalono przyjęty następnie do realizacji plan badań geotechnicznych.

W przypadku gdy w poziomie posadowienia wykryte zostaną grunty inne niż wykryte punktowymi otworami badawczymi, lub zmianie ulegną warunki wodne, bądź inne parametry techniczne gruntu będą różnić się w sposób istotny od założonych należy zwiększyć kategorię badań i wykonać dodatkowe opinie i badania.

Badania kategorii II.

Program powinien określać zadania i podawać sposoby ich rozwiązywania oraz zawierać specyfikację badań terenowych i laboratoryjnych.

Podstawę programu badań stanowią:

- założenia inwestycyjne,
- plan sytuacyjno-wysokościowy (w skali co najmniej 1:1 000) z lokalizacją projektowanych budowli i informacjami o uzbrojeniu terenu,
- archiwalne informacje o terenie, wiercenia, mapy geologiczne, literatura dotycząca terenu i jego podłoża, także w strefie możliwego oddziaływania obiektu.
- Program badań podłoża powinien zakładać taki zakres badań, aby wyjaśnić istotne problemy geotechniczne wynikające z wymagań projektu.

W ramach tych badań należy:

- sprecyzować problemy, które mają być rozwiązane, oraz określić zmiany w podłożu, jakie mogą wywołać przewidywane prace budowlane,
- ustalić adekwatny do potrzeb zakres badań,
- opracować część tekstową i graficzną programu.

Liczba podstawowych punktów obserwacyjnych i ich usytuowanie w terenie powinny umożliwić wydzielenie warstw geotechnicznych z dokładnością odpowiadającą wymaganiom obliczeń projektowych. Przyjmuje się następujące wymagania minimalne:

- Najmniejsza dopuszczalna liczba punktów obserwacyjnych dla jednej budowli wynosi cztery w tym, co najmniej jeden otwór wiertniczy; jeżeli istnieje możliwość wykorzystania archiwalnych otworów wiertniczych, wykonywanie otworu nie jest konieczne.
- Dla obiektów liniowych rozstaw punktów obserwacyjnych nie powinien przekraczać 100 m - w przypadku prostych oraz 50 m - w przypadku złożonych warunków gruntowych.
- Dla obiektów o zwartym obrysie w planie odległość między punktami obserwacyjnymi nie powinna być większa niż 40 m - w przypadku prostych oraz większa niż 20 m - w przypadku złożonych warunków gruntowych, w razie potrzeby dla uściślenia warunków geotechnicznych należy zwiększyć liczbę punktów badawczych.

- Jeżeli podczas badań stwierdzone zostanie występowanie gruntów słabych, mogących wpływać w istotny sposób na wartości osiadań i nośności podłoża, liczbę punktów badawczych należy zwiększyć tak, aby można było jednoznacznie ustalić rozciągłość i miąższość warstw geotechnicznych obejmujących te grunty.
- W przypadku lokalizacji projektowanych budowli w bezpośrednim sąsiedztwie budowli istniejących, należy -szczególnie, gdy brak dokumentacji tych budowli - wykonać odkrywki istniejących fundamentów w celu określenia ich stanu, rodzaju, wymiarów i głębokości posadowienia, po czym należy zbadać możliwość wzajemnego niekorzystnego oddziaływania nowych i starych budowli.
- W trakcie prowadzenia prac polowych należy prowadzić obserwację zwierciadła wód gruntowych w dostępnych miejscach i otworach.

Wiercenia i sondowania powinny obejmować sferę podłoża, w której właściwości gruntów mają istotny wpływ na projektowanie, wykonywanie i eksploatację budowli. Jako zasadę przyjmuje się następujące minimalne głębokości badań.

- dla stóp i ław fundamentowych - od 1 do 3 szerokości fundamentu poniżej przewidywanego poziomu posadowienia, lecz nie mniej niż 5 m,
- dla fundamentów płytowych - szerokość płyty poniżej przewidywanego poziomu posadowienia,
- dla fundamentów palowych - zazwyczaj 5-krotna średnica pała i nie mniej niż 3 m poniżej jego podstawy i każdorazowo głębokość zapewniająca bezpieczeństwo posadowienia,
- w obszarach występowania gruntów antropogenicznych głębokość zależy od ich miąższości, ściśliwości i strefy oddziaływania budowli. W każdym przypadku należy ustalić miąższość nasypów.

W uzasadnionych przypadkach - np., gdy dane geologiczne lub wcześniejsze badania wskazują na występowanie warstw o dużej nośności i miąższości - głębokość badań można ograniczyć do poziomu około 0,5 m poniżej stropu warstwy nośnej występującej w podłożu.

W czasie wykonywania prac terenowych konieczne jest bieżące analizowanie wyników. W przypadku stwierdzenia istotnych różnic budowy geologicznej w porównaniu z przewidywaną w programie badań, zakres badań należy uaktualnić, a nawet zmienić kategorię geotechniczną.

W szczególności dotyczy to:

- a) zagęszczenia wierceń lub sondowań w celu uściślenia zasięgu gruntów słabych,
- b) pogłębienia otworów badawczych poniżej spągu gruntów słabych,
- c) zmniejszenia liczby punktów badawczych lub ich głębokości, jeżeli stwierdza się korzystniejsze od przewidywanych warunki geotechniczne.

W celu wydzielenia warstw geotechnicznych, badania gruntów należy prowadzić w zakresie umożliwiającym określenie parametrów geotechnicznych wydzielanych warstw.

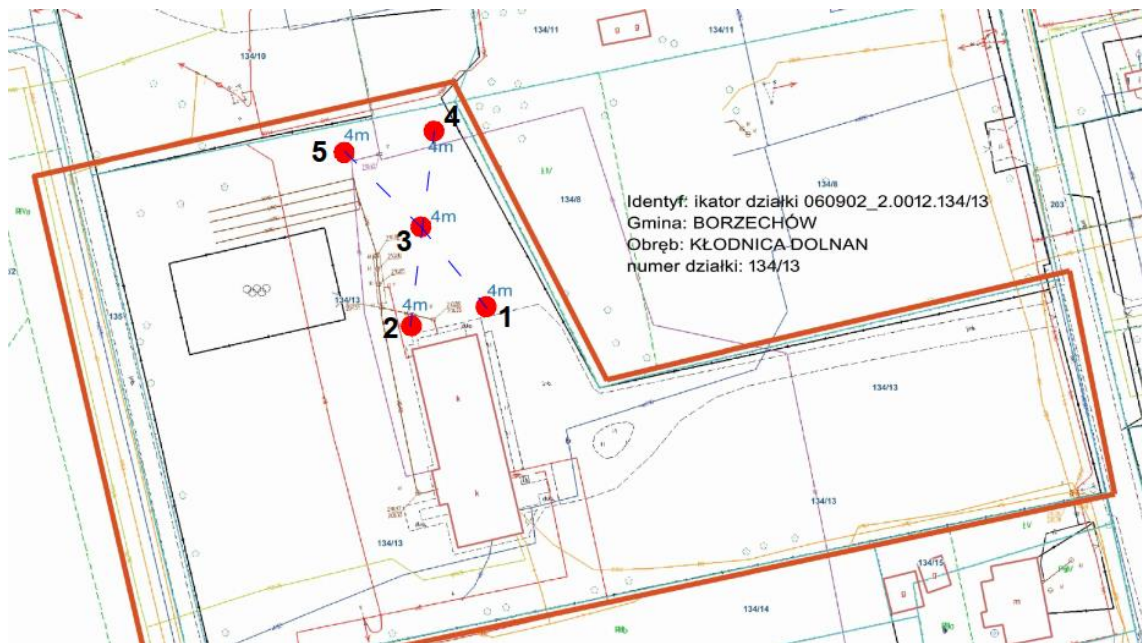
Próbki gruntów pobiera się w takiej liczbie, aby dla każdej wydzielanej warstwy geotechnicznej można było oznaczyć cechy identyfikacyjne gruntu oraz określić potrzebne parametry geotechniczne.

Próbki wody w celu zbadania jej agresywności należy pobierać wówczas, gdy projektuje się posadowienie obiektów poniżej zwierciadła wód gruntowych lub w strefie wahań zwierciadła wód gruntowych.

Na podstawie PN-B-02479: 1998 Geotechnika Dokumentowanie geotechniczne Zasady ogólne oraz Eurokodu, a także z uwagi na PROSTE warunki gruntowe.

1.6. WNIOSKI I ZALECENIA

1. Na badanym obszarze podłoże gruntowe jest zbudowane z nasypów antropogenicznych, ze średnio zagęszczonych gruntów niespoistych oraz z twardoplastycznych i plastycznych gruntów spoistych.
2. W okresie prowadzonych badań nie stwierdzono występowania wód gruntowych.
3. Ze względu na występowanie w podłożu gruntów słabo przepuszczalnych, w okresie mokrym mogą pojawić się tymczasowe sączenia śródoglinowe.
4. W wykonanym otworze geotechnicznym nr 3 stwierdzono występowanie gruntów słabonośnych – warstwa geotechniczna IIb.
5. Maksymalna głębokość przemarzania podłoża dla terenu badań wynosi $h_z = 1,0$ m pod poziomem terenu.
6. Prace ziemne należy prowadzić w okresie suchym bezopadowym.
7. Rozpoznanie na badanym obszarze ma charakter punktowy i może nie obejmować gruntów nienośnych nieobjętych wierceniami.
8. Przedstawiony model budowy geologicznej na przekrojach geotechnicznych może odbiegać od stanu rzeczywistego. Jest on wizualizacją interpolacji warstw pomiędzy wykonanymi otworami badawczymi.
9. Podane wartości I_D oraz I_L są wartościami uśrednionymi dla danej warstwy geotechnicznej.
10. Projektowanie posadowień bezpośrednich i związane z tym obliczenia statyczne należy wykonać zgodnie z normą PN-81/B-03020 „Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli”. Do obliczeń należy przyjąć bardziej niekorzystną wartość współczynnika materiałowego „ γ_m ”, który zapewnia większe bezpieczeństwo budowli. Zgodnie z pkt. 3.3.4. powyższej normy wartość współczynnika korekcyjnego „ γ_m ” dla gruntów należy zmniejszyć mnożąc przez 0,9, ponieważ parametry geotechniczne były ustalone metodą „B”.
11. Zgodnie z Rozporządzenia Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dn. 25 kwietnia 2012 roku w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych (Dz. U. Nr 81, poz.463); projektowany obiekt należy do drugiej kategorii geotechnicznej, a badany teren należy zaliczyć do prostych warunków gruntowych. Ostatecznie kategorię geotechniczną obiektu ustala Projektant.



GEO-WIZJA Usługi Geologiczne Giedlarowa 422B, 37-300 Leżajsk			KARTA OTWORU GEOTECHNICZNEGO				Zał.nr: 2.1			
			Otwór 1							
Miejscowość: Kłodnica Dolna Gmina: Borzechów Powiat: lubelski Województwo: lubelskie			Objekt: Sala gimnastyczna Dozór geol.: mgr Mariusz Żołędź				System wiercenia: Mechaniczny			
							Rzędna: 210.90 m n.p.m.			
							Skala 1 : 50		Data wiercenia: 2024-01	
1	2	3	Profil litologiczny		Przelot	Opis litologiczny	Symbol gruntu	Warstwa geotechniczna	Wilgotność	Stan gruntu
			[m]	[m]						
		Nasyt			0.10	Gleba ciemnobrązowa	Gb			
		Nasyt			0.50	Nasyt niekontrolowany (Pył ze żwirem i okruchami cegieł) ciemnobrązowy	nN (II+Z+Gg)	-		-
						Pył piaszczysty brązowy				
			1.0							
							ITp	IIa-2	w	tpl
			2.0							
					2.60	Piasek drobny brązowy	Pd	Ia	w/m	szg
			3.0							
					3.70	Gлина pylasta szaro-brązowa	Gπ	IIa-1	w	tpl
			4.0							
					4.00					

4. OPIS TECHNICZNY

4.1. Projektowany układ konstrukcyjny budynku

4.2. Rozwiązania konstrukcyjno-materiałowe

4.2.1. Materiały podstawowe

- Beton:
Maks. wskaźnik W/C: 0,50
Min. ilość cementu: 300 kg/m³
Min. zawartość pow.: 4%
Kruszywo zgodnie z PN-EN 12620:2000
Betony podkładowe i wyrównawcze: C8/10
- Elem. Konstr. Fundamenty:
Klasa betonu: C25/30
Klasa ekspozycji: XC2
- Elem. Konstr. Nadziemne:
Klasa betonu: C30/37
Klasa ekspozycji: XC3
- Klasa stali zbrojeniowej:
B500SP/B500B lub równoważna
- Klasa stali kształtowej: S235
- Drewno:
Drewno konstrukcyjne: C24
Drewno klejone: GL 24c
- Elementy murowe:
Błoczek silikatowy gr. 24 cm o wytrzymałości charakterystycznej na ściskanie 15 MPa

4.2.2. Fundamenty i ściany fundamentowej

Posadowienie budynku na żelbetowych ławach i stopach fundamentowych o gr. 40 cm. Stopy wykonać z betonu szczelnego **C25/30** i zbroić prętami ze stali **B500SP**. Stopy fundamentowe posadowić na betonie **C8/10** grubości 10 cm.

Ściany fundamentowe żelbetowe o gr. 25 cm. Ściany wykonać z betonu szczelnego **C25/30** i zbroić prętami ze stali **B500SP**.

4.2.3. Słupy, trzpienie żelbetowe

Słupy żelbetowe monolityczne zaprojektowane w technologii na „mokro” należy wykonać jako monolityczne z betonu **C30/37** i zbroić wkładkami ze stali **B500SP** – pręty główne oraz strzemiona.

Słupy/trzpienie, prowadzone w ścianach należy łączyć z nimi na strzemia. Szczegóły rozwiązań podano na wykonawczych rysunkach konstrukcyjnych.

4.2.4. Podciągi, nadproża, wieńce żelbetowe

Podciągi, nadproża, wieńce żelbetowe monolityczne zaprojektowane w technologii na „mokro” należy wykonać jako monolityczne z betonu **C30/37** i zbroić wkładkami ze stali **B500SP** – pręty główne oraz strzemiona.

Na wewnętrzne nadproża drzwiowe (ścianki działowe) należy stosować pojedyncze, typowe elementy prefabrykowane typu „L-19” odmiany „D” na każdy otwór, przestrzegając zasady, że minimalne oparcie belki nadprożowej nie może być mniejsze niż 9 cm i większe niż 19 cm.

4.2.5. Strop żelbetowy

Strop nad łącznikiem monolityczny grubości płyty 24cm z betonu **C30/37** zbrojony dwukierunkowo stalą **B500SP** – pręty główne.

4.2.6. Konstrukcja dachu

Konstrukcja dachu sali gimnastycznej oparta zostanie na drewnianych dźwigarach kratowych wykonanych z drewna klejonego klasy **GL24c**, ustawionych w rozstawie 415 cm. Spadek połąci dachu wynosi 15° i powinien odpowiadać wymaganiom części architektonicznej projektu, lecz nie może być niższy od minimalnych wielkości określonych przez producenta materiałów pokryciowych. Pokrycie dachu płyta warstwowa dachowa.

Konstrukcja dachu zaplecza sali gimnastycznej oparta na dźwigarach kratowych z drewna konstrukcyjnego klasy **C24**, ustawionych w rozstawie 120 cm. Spadek dachu wynosi 6°. Pokrycie dachu płyta warstwowa dachowa.

Drewno klasy C24 oraz GL24c wg PN-B-03150/2000. Drewno należy zabezpieczyć środkami ochrony biologicznej drewna, dopuszczonymi do stosowania w budownictwie mieszkaniowym oraz użyteczności publicznej. Wilgotność drewna wbudowanego nie powinna przekroczyć 18%. Łączenie poszczególnych elementów za pomocą płytek kolczastych.

4.3. Warunki wykonania konstrukcji murowanych

Wymagania wg PN-EN-1996-1-1:

- Elementy murowe grupy 1
- Kategoria „I” produkcji elementów murowych
- Kategoria „A” wykonania robót

Zabrania się wykonywania bruzd poziomych i ukośnych w ścianach nośnych

Trzpienie żelbetowe krępujące konstrukcję wylewać po wykonaniu murowanych ścian nośnych

4.4. Warunki wykonania konstrukcji stalowych

4.4.1. Zabezpieczenie antykorozyjne elem. stalowych

Zestaw zabezpieczeń antykorozyjnych zastosować dla środowiska o kategorii korozyjności **C2**. Stopień przygotowania powierzchni do malowania wg PN-ISO 8501-1: SA 2 ½.

4.4.2. Materiał

Materiał na konstrukcję (stal) zgodnie z EN 10025:2004 Cert. 3,1 **S235**.

4.4.3. Połączenia śrubowe

Połączenia zwykle niesprężone kategorii D z użyciem śrub klasy (8.8). Śruby skręcać do odczuwalnego oporu przy użyciu standardowych lub pneumatycznych kluczy.

- a) Do połączeń śrubowych należy stosować śruby wg. PN-EN ISO 4014, PN-EN ISO 4017, PN-EN ISO 4032, PN-EN ISO 7091, PN-57/M-82268.
- b) Do połączeń zwykłych należy stosować śruby ogólnego przeznaczenia średnio dokładne lub zgrubne o własnościach mechanicznych klasy 8.8 i nakrętki klasy 8. Śruby ocynkowane galwanicznie.
- c) Owalność otworów nie powinna przekraczać 5% średnicy nominalnej; skośność otworu nie powinna przekraczać 3%.

4.4.4. Połączenia spawane

- a) Klasa spoin: połączeń głównych B wg PN-EN ISO 5817
- b) Klasa spoin: pozostałe spoiny klasa C wg PN-EN ISO 5817
- c) Tolerancja wykonania wg oddzielnego opracowania wytwórni konstrukcji, lecz nie gorzej niż wg PN-EN 1090
- d) Blachy doczołowe wg PN-EN 1993-1-10

Zakres badań nieniszczących spoin (NDT): Badania wizualne VT – 100%, Badania dodatkowe (MT,UT) w zakresie zgodnym z pkt. 9.4.2b normy PN-B-06200:2002.

Normy wykonania i nadzoru dla spawania: EN-PN ISO 729-2.

Tolerancje wykonania wg normy PN-EN 1090

4.5. Ogólne wytyczne dotyczące robót budowlanych

Wykonywanie fundamentów

Wykopy pod fundamenty powinny być wykonane w ten sposób, aby nie nastąpiło naruszenie naturalnej struktury gruntu poniżej spodu fundamentów.

Przy wykonywaniu wykopów fundamentowych za pomocą maszyn należy na dnie wykopu zostawić w gruntach sypkich warstwę gruntu o grubości 0,2-0,3 m, w gruntach spoiowych — o grubości 0,5 m. poniżej przewidywanego poziomu posadowienia, ze względu na możliwość rozluźnienia gruntu przez maszyny. Dalsze roboty ziemne należy wykonywać ręcznie.

Wyrównanie, względnie podnoszenie poziomu dna wykopu przez podsypywanie gruntem miejscowym jest niedopuszczalne.

Dno wykopów należy chronić przed zalaniem wodami powierzchniowymi lub gruntowymi.

W przypadku zalania dna wykopu wodami powierzchniowymi lub gruntowymi należy przede wszystkim usunąć wodę, a następnie zbadać, czy nie nastąpiło przy tym naruszenie naturalnej struktury gruntu w podłożu. Rozluźnioną górną warstwę gruntu należy usunąć, zastępując ją do posadowienia chudym betonem lub innym odpowiednim materiałem, jak np. zagęszczonym piaskiem gruboziarnistym, pospółką, żwirem.

Na dnie wykopu pod fundamenty należy wykonać warstwę chudego betonu grubości 10 cm.

Podczas wykonywania wykopów w warunkach zimowych należy chronić podłoże gruntowe przed przemarzaniem.

Przed nastąpieniem mrozów fundamenty powinny być zasypane do odpowiedniej wysokości gruntem lub ochronione w inny sposób tak, aby nie nastąpiło zjawisko spękania gruntów pod fundamentami.

Roboty żelbetowe

Szczególną uwagę należy zwrócić na staranne zagęszczenie mieszanki betonowej oraz stosowanie środków zapobiegających przyleganie betonu do form. W przypadku prowadzenia robót w warunkach obniżonych temperatur stosować należy odpowiednie dodatki dopuszczone do stosowania w budownictwie i posiadające odpowiednie atesty. Zaleca się również stosowanie dodatków do betonu uplastyczniających mieszankę betonową.

Betonowanie należy prowadzić w taki sposób, by nie dopuścić do rozsegregowania składników mieszanki betonowej w trakcie jej układania. Należy w tym celu wykorzystać np. rękaw elastyczny w trakcie betonowania słupów tak aby zrzut betonu nie następował z wysokości wyższej niż 1 m.

W trakcie wiązania i dojrzewania mieszanki betonowej należy zapewnić odpowiednią i stosowną do warunków atmosferycznych pielęgnację świeżego betonu. Rozformowanie elementów żelbetowych i usunięcie podpór montażowych można dokonać po uzyskaniu przez beton minimum 75% projektowanej wytrzymałości.

W trakcie prowadzenia prac budowlanych wszystkie podciąg i nadproża należy opierać na poduszce betonowej o grubości minimum 10 cm lub podmurówce z cegły pełnej.

Wykonywanie konstrukcji drewnianych

Na budowie nie wolno wykonywać elementów i konstrukcji z drewna klejonego warstwowo oraz dźwigarów kratowych, które postawia się wyspecjalizowanym wytwórniom. Należy je składować w suchym, łatwo dostępnym miejscu. Technologia montażu wg wytycznych producenta/dostawcy.

Stosować drewno klasy C24 o maksymalnej wilgotności 18%. Stosować drewno bez śladów kory, zarobaczenia, sinizny oraz zgnilizny. Użyte drewno powinno być pozbawione dużej ilości sęków, pęknięć, krzywizn i wichrowości. Drewno powinno być zabezpieczone za pomocą środków ogniochronnych w postaci impregnatów, emulsji lub lakierów i farb oraz zabezpieczyć przed korozją biologiczną.

5. ZAŁOŻENIA ANALITYCZNE I OBLICZENIOWE

Obliczenia nośności poszczególnych elementów wykonano posługując się EUROKODAMI. Częściowo uwzględniono zalecenia i metody analityczne podane w Polskich Normach.

Przyjęto, iż poprawnym będzie (w obecnej skomplikowanej sytuacji formalno-prawnej) wykonywanie analiz przy następujących założeniach:

- metody obliczeniowe wg EUROKODÓW,
- zalecenia wykonawcze wg EUROKODÓW,
- obciążenia stałe wg PN,
- obciążenia technologiczne wg EUROKODÓW,
- obciążenia środowiskowe wg EUROKODÓW,
- współczynniki przejścia pomiędzy wartościami charakterystycznymi a obliczeniowymi wg EUROKODÓW.

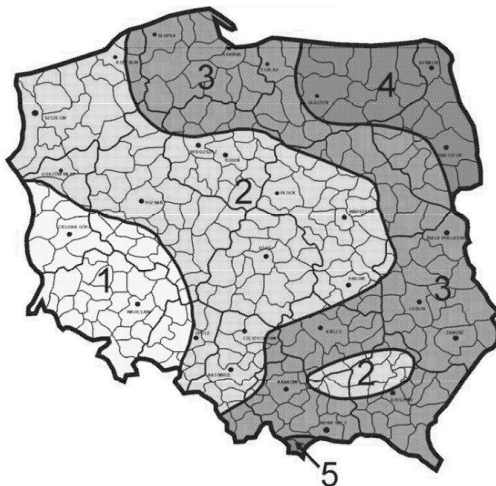
Założone schematy obliczeniowe, i założony stopień bezpieczeństwa konstrukcji (głównie z powodu warunków p.poż) powoduje, iż zmiany te dotyczyć mogą geometrii poszczególnych elementów i stopnia ich zbrojenia.

5.1. Podstawowe założenia

Poniżej podano główne założenia dotyczące obciążeń, obciążenia ogniowego oraz głębokości przemarzania.

Wszystkie konstrukcje obliczono w oparciu o statyczne wyznaczalne schematy obliczeniowe.

5.1.1. Obciążenie śniegiem



Podział Polski na strefy obciążenia śniegiem gruntu

Strefa	$s_k, \text{kN/m}^2$
1	$0,007A - 1,4; \quad s_k \geq 0,70$
2	0,9
3	$0,006A - 0,6; \quad s_k \geq 1,2$
4	1,6
5	$0,93\exp(0,00134A); \quad s_k \geq 2,0$
UWAGA: A = Wysokość nad poziomem morza (m)	

Wartości charakterystyczne obciążenia śniegiem gruntu w Polsce.

Przyjęto strefę 3.

5.1.2. Obciążenie wiatrem



Podział Polski na strefy obciążenia wiatrem

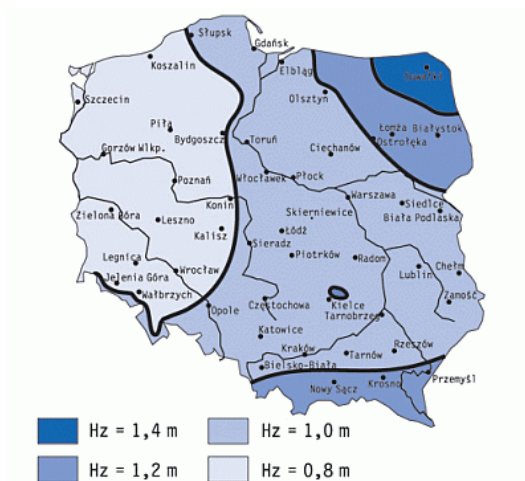
Strefa	$V_{b,o}$ (m/s)	$V_{b,o}$ (m/s)	$q_{b,o}$ (kN/m ²)	$q_{b,o}$ (kN/m ²)
	$A \leq 300$ m	$A > 300$ m	$A \leq 300$ m	$A > 300$ m
1	22	$22 \cdot [1 + 0,0006 (A - 300)]$	0,30	$0,30 \cdot [1 + 0,0006 (A - 300)]^2$
2	26	26	0,42	0,42
3	22	$22 \cdot [1 + 0,0006 (A - 300)]$	0,30	$0,30 \cdot [1 + 0,0006 (A - 300)]^2 \cdot \left[\frac{20000 - A}{20000 + A} \right]$

UWAGA: A – wysokość nad poziomem morza (m)

Wartości podstawowe bazowej prędkości wiatru i ciśnienia prędkości wiatru w strefach

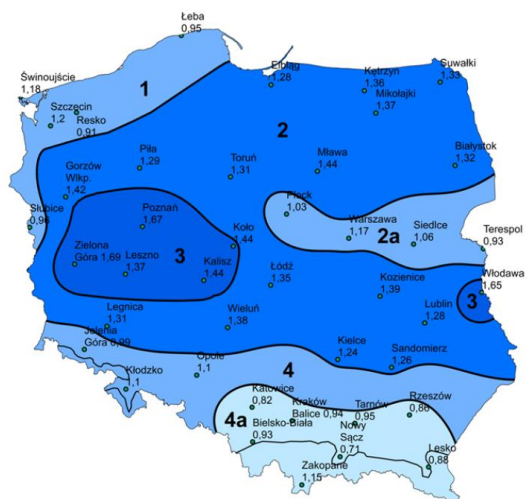
Przyjęto strefę 1.

5.1.3. Określenie głębokości przemarzania



Mapa stref przemarzania wg PN-81/B-03020 (norma wycofana)

Przyjęto 1,0 m.

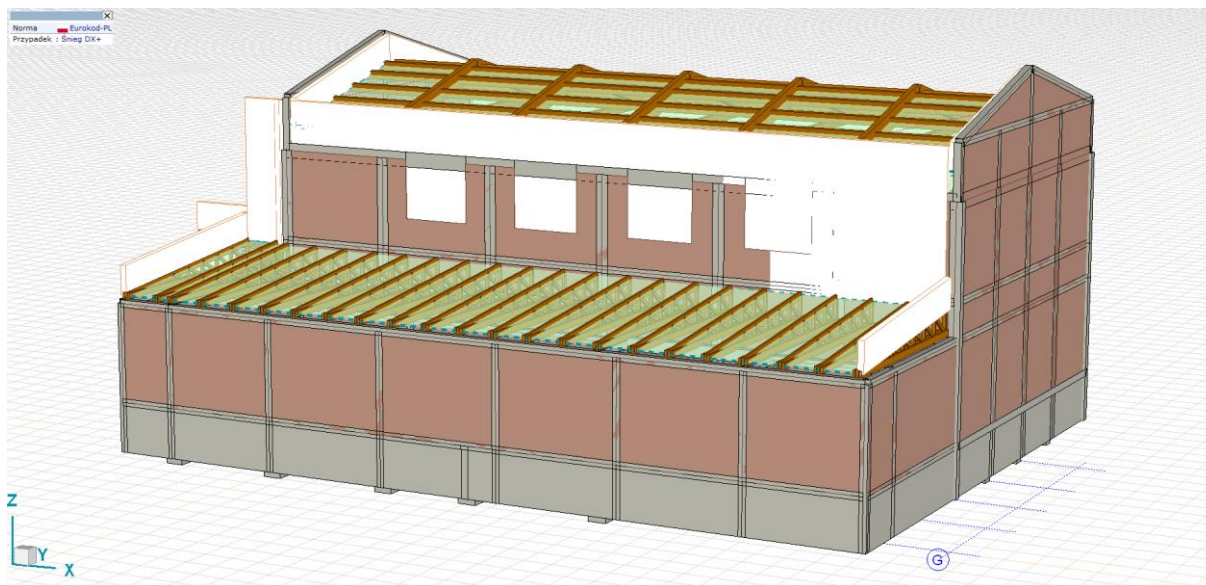


Strefa	Z_k , m
1	1,1
2	1,3
2a	1,1
3	1,5
4	$0,6 + 0,0007A \geq 1,1$
4a	$0,6 + 0,0007A \geq 1,0$

Propozycja nowej mapy przemarzania gruntu w Polsce (Żurański i Godlewski, 2017)

Przyjęto 1,3 m.

6. OBLICZENIA



Raport Przegląd

6.1. Dane modelu

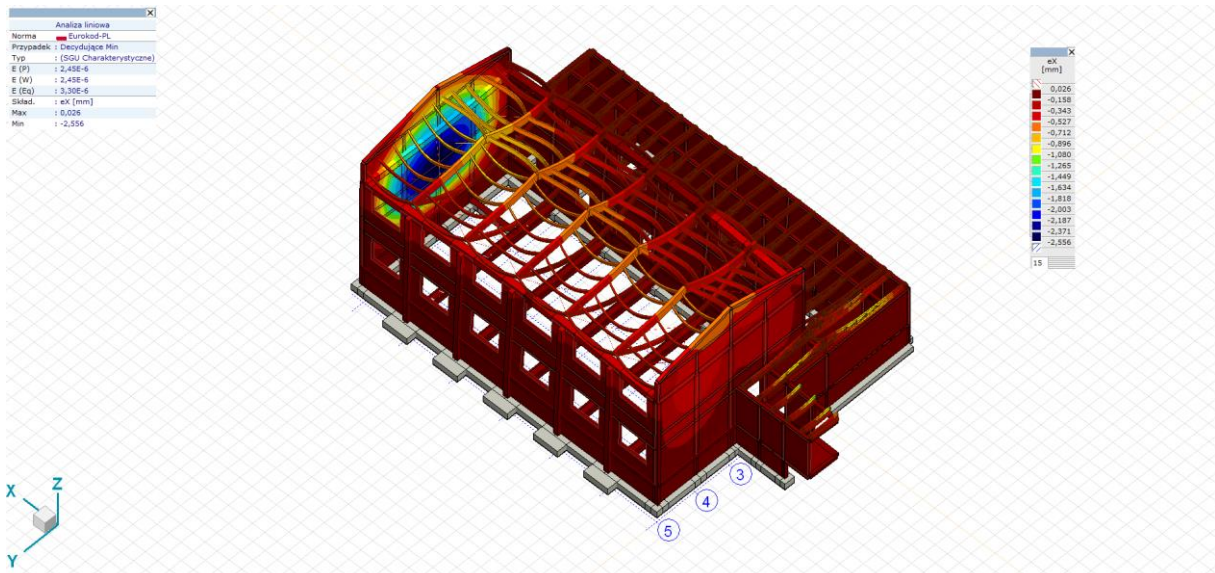
6.2. Materiały

	Nazwa	Typ	Krajowa norma projektowa	Norma materiału	Model
1	C30/37	Beton	Eurokod-PL	EN 206	Liniowa
2	GL 24c	Drewno	Eurokod-PL	EN 14080:2013	Liniowa
3	Błoczek bet. B15 (C12/15)-2100-M15 zzw	Mur	Eurokod-PL	PN-EN 771-3	Liniowa
4	Silikat gr. 1-15-1400-M2,5 zzw	Mur	Eurokod-PL	PN-EN 771-2	Liniowa
5	C24	Drewno	Eurokod-PL	EN 338:2009	Liniowa
6	S 235	Stal	Eurokod-PL	10025-2	Liniowa
7	C16/20	Beton	Eurokod-PL	EN 206	Liniowa
8	C25/30	Beton	Eurokod-PL	EN 206	Liniowa

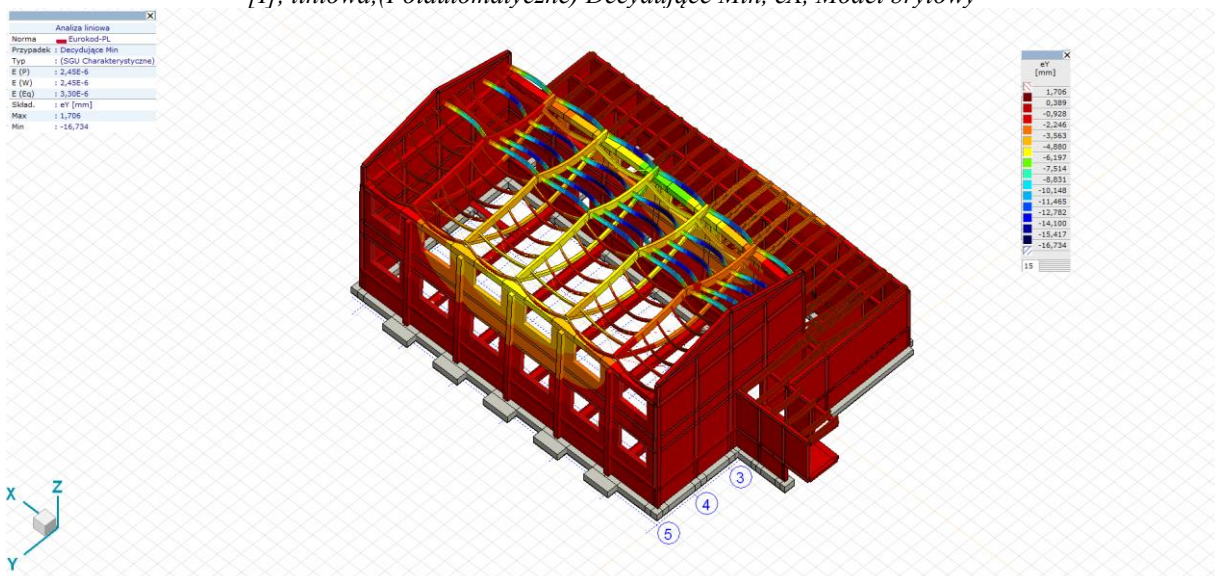
	Nazwa	E_x [kN/cm ²]	E_y [kN/cm ²]	ν	α_T [1/°C]	ρ [kg/m ³]
1	C30/37	3280	3280	0,20	1E-5	2500
2	GL 24c	1100	30	0,20	8E-6	400
3	Błoczek bet. B15 (C12/15)-2100-M15 zzw	600	600	0,25	9E-6	2100
4	Silikat gr. 1-15-1400-M2,5 zzw	237	237	0,25	9E-6	1400
5	C24	1100	37	0,20	8E-6	420
6	S 235	21000	21000	0,30	1,2E-5	7850
7	C16/20	2860	2860	0,20	1E-5	2500
8	C25/30	3150	3150	0,20	1E-5	2500

	Nazwa	P_2	P_3	P_4
1	C30/37	$\gamma_c = 1,400$	$\alpha_{cc} = 1,00$	$\phi_t = 2,00$
2	GL 24c	$E_{0,05}$ [kN/cm ²] = 910	G_{mean} [kN/cm ²] = 65	f_{mk} [kN/cm ²] = 2,40
3	Błoczek bet. B15 (C12/15)-2100-M15 zzw	f_k [kN/cm ²] = [0,60]	f_{vk0} [kN/cm ²] = [0,02]	f_{sk1} [kN/cm ²] = [0,01]
4	Silikat gr. 1-15-1400-M2,5 zzw	f_k [kN/cm ²] = [0,39]	f_{vk0} [kN/cm ²] = [0,01]	f_{sk1} [kN/cm ²] = [0,01]
5	C24	$E_{0,05}$ [kN/cm ²] = 740	G_{mean} [kN/cm ²] = 69	f_{mk} [kN/cm ²] = 2,40
6	S 235	f_u [kN/cm ²] = 36,00	f_y [kN/cm ²] = 21,50	f_u [kN/cm ²] = 36,00
7	C16/20	$\gamma_c = 1,400$	$\alpha_{cc} = 1,00$	$\phi_t = 2,00$
8	C25/30	$\gamma_c = 1,400$	$\alpha_{cc} = 1,00$	$\phi_t = 2,00$

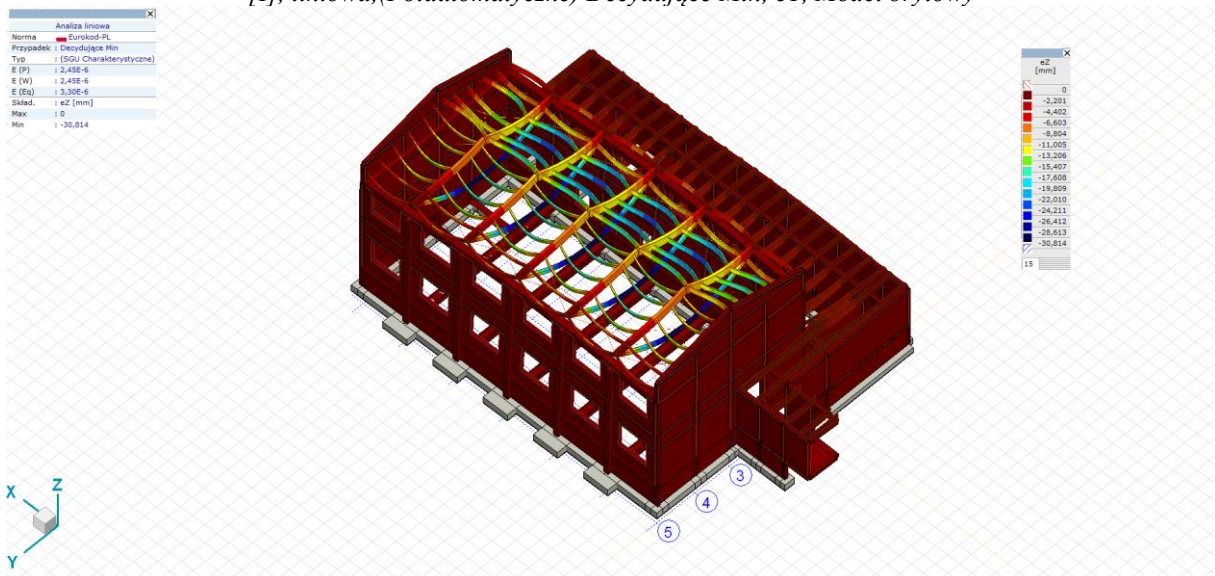
Nazwa: Nazwa materiału; **Typ:** Rodzaj materiału; **Model:** Model materiału; **E_x :** Moduł sprężystości (Younga) w kierunku x-lokalny; **E_y :** Moduł sprężystości (Younga) w kierunku y-lokalny; **ν :** Współczynnik Poissona; **α_T :** Współczynnik rozszerzalności cieplnej; **ρ :** Gęstość; **Materiał:** Kolor materiału; **Kontur:** Kolor konturu materiału; **P_1 , P_2 , P_3 , P_4 , P_5 , P_6 , P_7 , P_8 , P_9 , P_{10} , P_{11} , P_{12} , P_{13} , P_{14} :** Parametr do wymiarowania;



[I], liniowa, (Półautomatyczne) Decydujące Min, eX, Model bryłowy



[I], liniowa, (Półautomatyczne) Decydujące Min, eY, Model bryłowy



[I], liniowa, (Półautomatyczne) Decydujące Min, eZ, Model bryłowy

6.3. Przypadki obciążeń

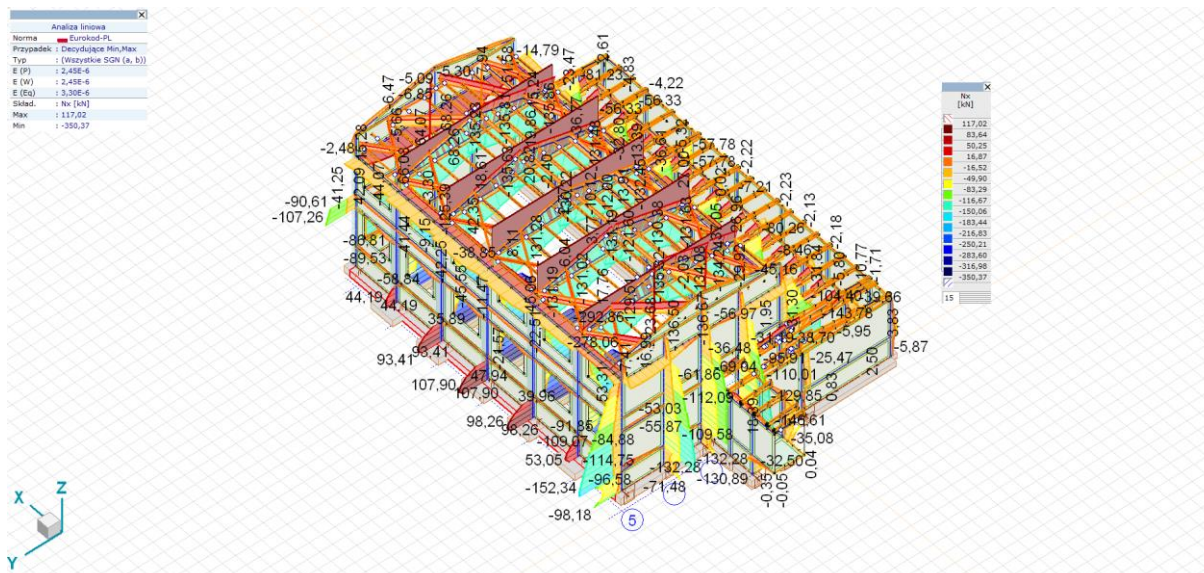
	Nazwa	Grupa	Typ grupy
1	PLYTY WARSTWOWE	STAŁE1	Stałe
2	G	STAŁE1	Stałe
3	parcie zasypki	STAŁE1	Stałe
4	U DACH	UŻYTKOWE	Zmienne
5	FOTOWOLTAIKA	TECHNOLOGICZNE	Zmienne
6	INSTALACJE	TECHNOLOGICZNE	Zmienne
7	Śnieg UD	Śnieg	Śnieg
8	Śnieg DX+	Śnieg	Śnieg
9	Śnieg DY+	Śnieg	Śnieg
10	Śnieg DY-	Śnieg	Śnieg
11	Śnieg DX+Y+	Śnieg	Śnieg
12	Śnieg DX+Y-	Śnieg	Śnieg
13	Wiatr [Kombinowane] X+.S.O	Wiatr	Wiatr
14	Wiatr [Kombinowane] X+.S.P	Wiatr	Wiatr
15	Wiatr [Kombinowane] X+.S.S	Wiatr	Wiatr
16	Wiatr [Kombinowane] X-.S.O	Wiatr	Wiatr
17	Wiatr [Kombinowane] X-.S.P	Wiatr	Wiatr
18	Wiatr [Kombinowane] X-.S.S	Wiatr	Wiatr
19	Wiatr [Kombinowane] Y+.Pp.O	Wiatr	Wiatr
20	Wiatr [Kombinowane] Y+.Pp.P	Wiatr	Wiatr
21	Wiatr [Kombinowane] Y+.Pp.S	Wiatr	Wiatr
22	Wiatr [Kombinowane] Y+.Ps.O	Wiatr	Wiatr
23	Wiatr [Kombinowane] Y+.Ps.P	Wiatr	Wiatr
24	Wiatr [Kombinowane] Y+.Ps.S	Wiatr	Wiatr
25	Wiatr [Kombinowane] Y+.Sp.O	Wiatr	Wiatr
26	Wiatr [Kombinowane] Y+.Sp.P	Wiatr	Wiatr
27	Wiatr [Kombinowane] Y+.Sp.S	Wiatr	Wiatr
28	Wiatr [Kombinowane] Y+.Ss.O	Wiatr	Wiatr
29	Wiatr [Kombinowane] Y+.Ss.P	Wiatr	Wiatr
30	Wiatr [Kombinowane] Y+.Ss.S	Wiatr	Wiatr
31	Wiatr [Kombinowane] Y-.Ps.O	Wiatr	Wiatr
32	Wiatr [Kombinowane] Y-.Ps.P	Wiatr	Wiatr
33	Wiatr [Kombinowane] Y-.Ps.S	Wiatr	Wiatr
34	Wiatr [Kombinowane] Y-.Ss.O	Wiatr	Wiatr
35	Wiatr [Kombinowane] Y-.Ss.P	Wiatr	Wiatr
36	Wiatr [Kombinowane] Y-.Ss.S	Wiatr	Wiatr

Nazwa: Nazwa przypadku obciążenia; Grupa: Grupa obciążeń; Typ grupy: Typ grupy obciążeń;

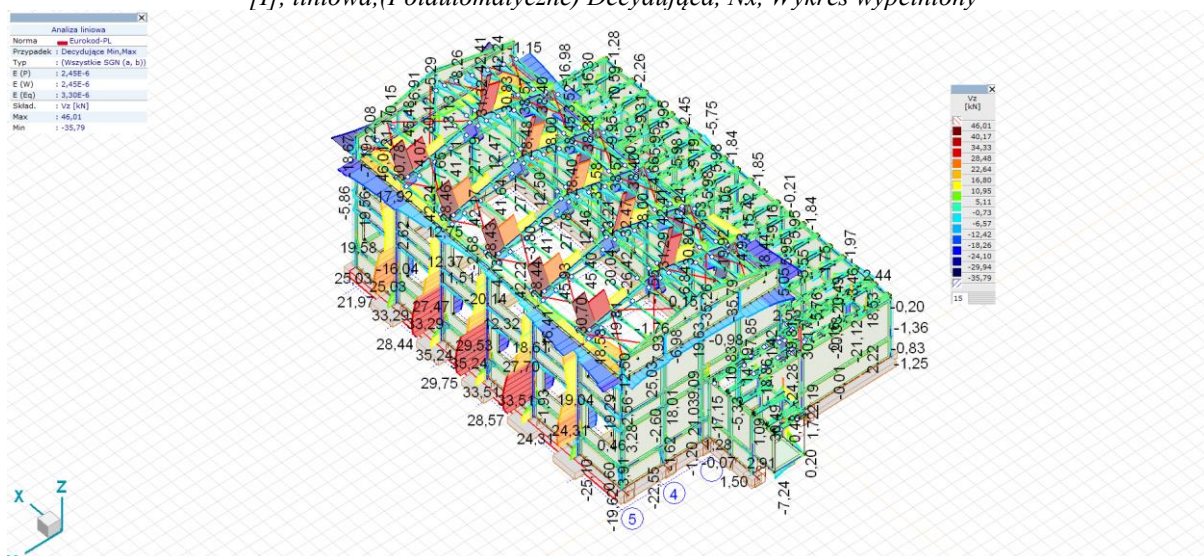
Analiza liniowa	
Norma	Eurokod-PL
Przypadek	Decydujące Min,Max
Typ	(Wszystkie SGN (a, b))
E (P)	2,43E-6
E (M)	2,43E-6
E (S)	3,30E-6
Skład	My [kNm]
Max	74,60
Min	-79,10



[I], liniowa, (Półautomatyczne) Decydująca, My, Wykres wypełniony



[I], liniowa, (Półautomatyczne) Decydująca, N_x , Wykres wypełniony

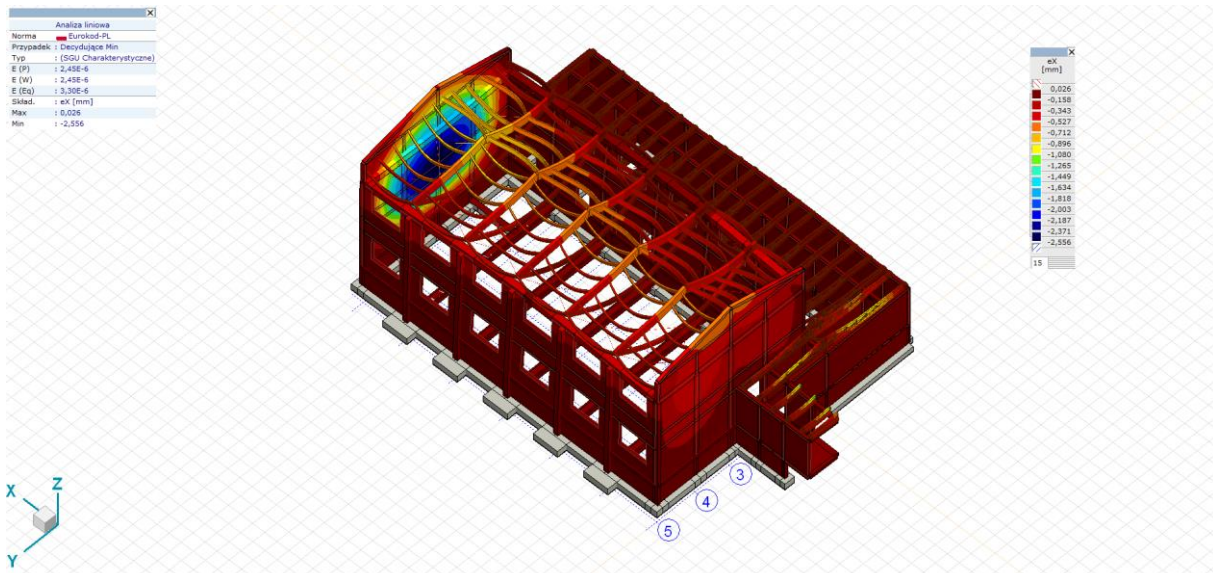


[I], liniowa, (Półautomatyczne) Decydująca, V_z , Wykres wypełniony

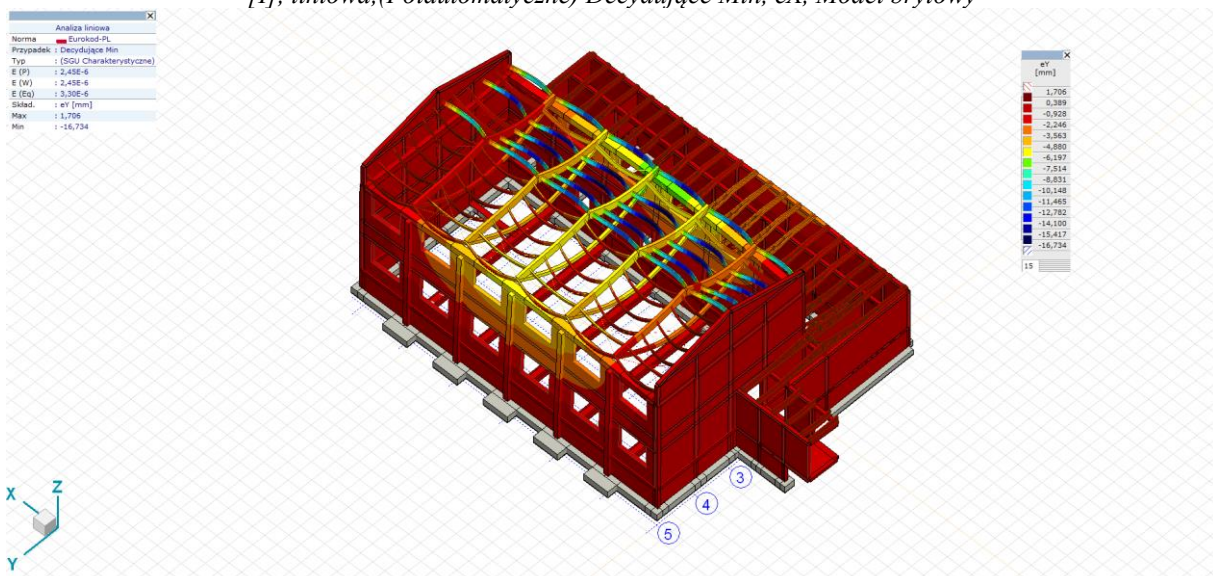
6.4. Grupy obciążeń (Eurokod-PL)

	Grupa	Typ	$\gamma_{G,sup}$	$\gamma_{G,inf}$	ξ	γ	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2	Dodatkowe
1	STAŁE	Stałe	1,350	1,000	0,850					1
2	UŻYTKOWE	Zmienne				1,500	0	0	0	0
3	TECHNOLOGICZNE	Zmienne				1,500	0,700	0,700	0,600	1
4	Śnieg	Śnieg				1,500	0,500	0,200	0	
5	Wiatr	Wiatr				1,500	0,600	0,200	0	

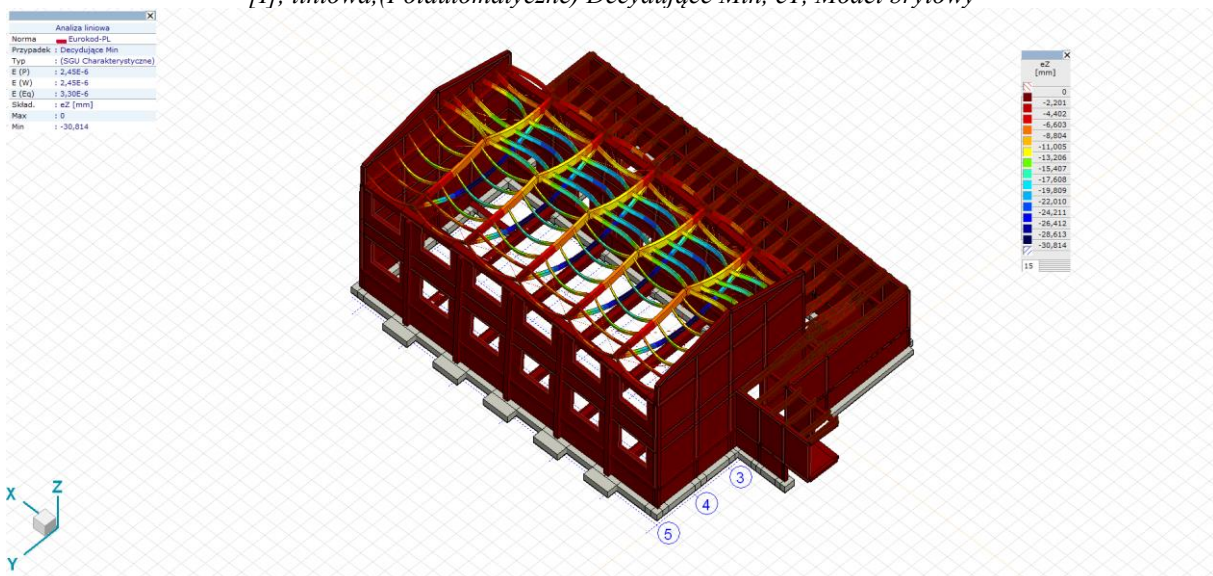
Grupa: Grupa obciążeń; **Ψ_0 , Ψ_1 , Ψ_2 :** Współczynnik Psi; **Dodatkowe:** Przypadki obciążeń mogące oddziaływać równocześnie;



[I], liniowa, (Półautomatyczne) Decydujące Min, eX, Model bryłowy

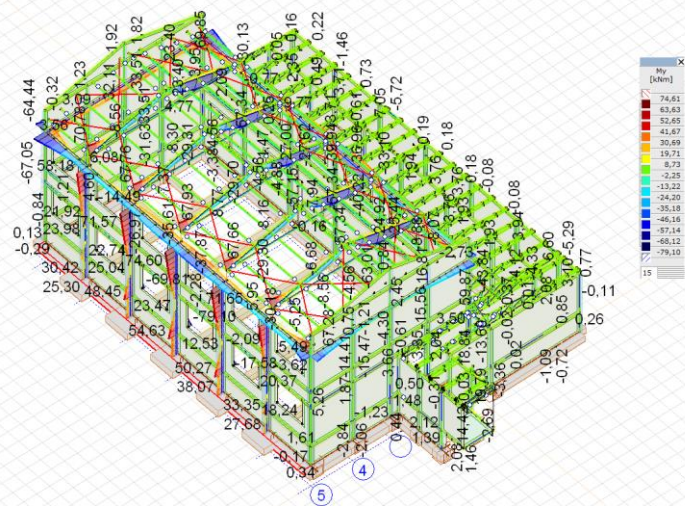


[I], liniowa, (Półautomatyczne) Decydujące Min, eY, Model bryłowy



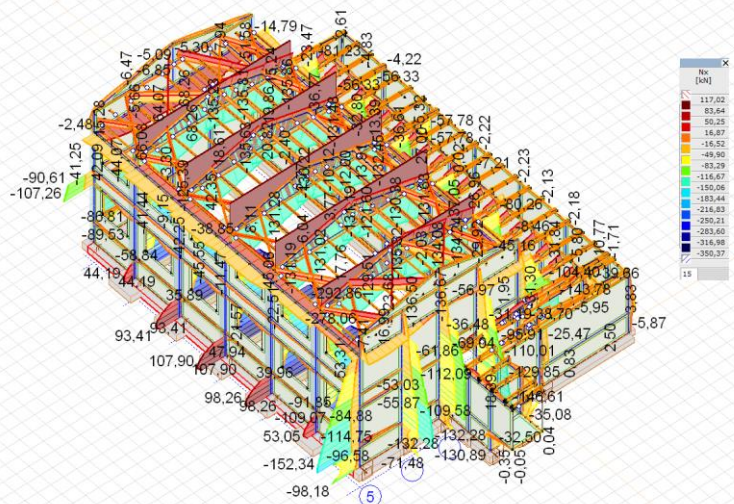
[I], liniowa, (Półautomatyczne) Decydujące Min, eZ, Model bryłowy

Analiza liniowa	
Norma	Eurokod-PL
Przypadek	Decydująca Min,Max
Typ	(Wszystkie SGN (a, b))
E (P)	2,45E-6
E (W)	2,45E-6
E (Ea)	3,30E-6
Skład.	Ny [kNm]
Max	174,60
Min	-79,10



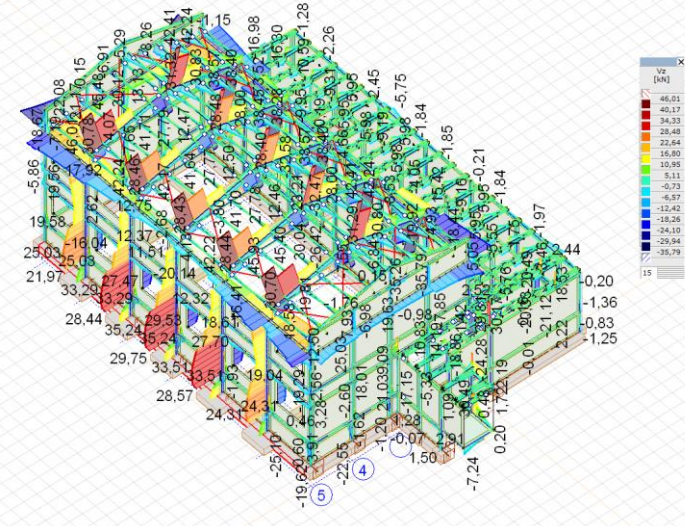
[I], liniowa, (Półautomatyczne) Decydująca, My, Wykres wypełniony

Analiza liniowa	
Norma	Eurokod-PL
Przypadek	Decydująca Min,Max
Typ	(Wszystkie SGN (a, b))
E (P)	2,45E-6
E (W)	2,45E-6
E (Ea)	3,30E-6
Skład.	Nx [kN]
Max	117,02
Min	-350,37



[I], liniowa, (Półautomatyczne) Decydująca, Nx, Wykres wypełniony

Analiza liniowa	
Norma	Eurokod-PL
Przypadek	Decydująca Min,Max
Typ	(Wszystkie SGN (a, b))
E (P)	2,45E-6
E (W)	2,45E-6
E (Ea)	3,30E-6
Skład.	Vz [kN]
Max	46,01
Min	-35,79



[I], liniowa, (Półautomatyczne) Decydująca, Vz, Wykres wypełniony

6.5. Wymiarowanie stóp fundamentowych

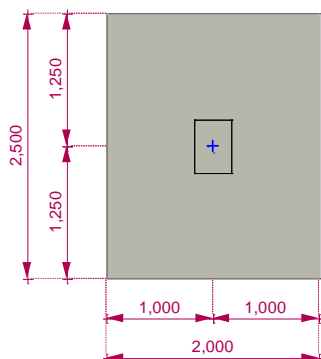
Wymiarowanie stóp fundamentowych

Norma: Eurokod [PL]

Podpory : PW 12 , PW 13, **PW 14** , PW 15, PW 16

1. Fundament

Geometria:

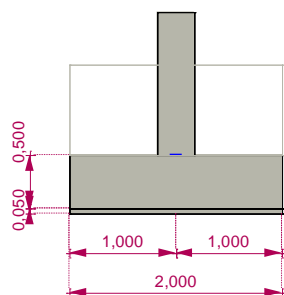


Materiały

Beton: C25/30

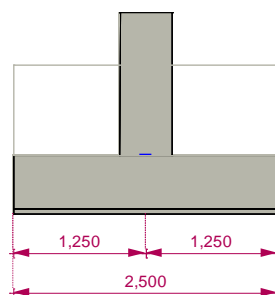
Stal zbrojeniowa:

Zbrojenie podłużne: B500A



0,000

-1,400



Głębokość posadowienia: $D = 1,4 \text{ m}$

Szerokość stopy fundamentowej: $b = b_x = 2 \text{ m}$

Długość stopy fundamentowej: $L = b_y = 2,5 \text{ m}$

Height of footing: $h = 0,5 \text{ m}$

	Objętość [m ³]	Ciężar objętościowy [kN/m ³]	Ciężar [kN]
Grunt zasypowy	4,1	19,6	80,5 (↓)
Fundament	2,5	24,5	61,3 (↓)
Podbeton	0,25	21,6	5,4 (↓)
Razem ² :	$G_k^* =$		142 (↓)
Razem:	$G_k =$		147 (↓)

²without blind concrete

2. Parametry gruntu

2.1. Warstwy gruntu

Nazwa	Opis	z_i [m]	h_i [m]	ρ_s [kg/m ³]	φ [°]	φ_{cv} [°]	c [kPa]	E_{oed} [kPa]	μ
ZASYPKA	Zagęszczony, suchy, piasek pylasty	0	1,3	2000	32,00	22,00	–	20000	0,27
IIa – 2	Plastyczny, chudy ił (e = 0,7)	– 1,3	0,5	2100	15,00	15,00	17	20000	0,31
Ia	Luźny, suchy, piasek bardzo drobny	– 1,8	1,2	1750	30,00	26,00	–	38000	0,25
Ib	Luźny, suchy, piasek drobny	– 3	3,7	1850	32,00	32,00	–	67000	0,2

Charakterystyczny efektywny nacisk od nadkładu w poziomie posadowienia: $q'_k = 27,6$ kPa

3. Obliczenie nośności podłoża

Metoda wymiarowania 2: {A1 "+" M1 "+" R2}

Podpora: PW 14

3.1. Obliczeniowe wartości obciążeń na wierzchu fundamentu - Siły wewn. podpór węzłowych

Przypadek obciążenia: [1,35*0,85*PŁYTY WARSTWOWE+1,35*0,85*G+1,35*0,85*parcie zasypki] {1,5*Wiatr [Kombinowane] Y+.Pp.S} (0,7*1,5*FOTOWOLTAIKA+0,7*1,5*INSTALACJE+0,5*1,5*Śnieg UD) (A1(b))

$$F_x = -0,917 \text{ kN} \quad F_y = 15,9 \text{ kN} \quad F_z = -337 \text{ kN} \quad M_x = -114 \text{ kNm} \quad M_y = -0,117 \text{ kNm}$$

Obciążenie pionowe: $V = -F_z = -(-337) = 337 \text{ kN} (\downarrow)$

3.2. Obliczeniowa wartość obciążeń w podstawie fundamentu

$$H_d = \sqrt{H_{dx}^2 + H_{dy}^2} = \sqrt{(-0,917)^2 + 15,9^2} = 15,9 \text{ kN}$$

$$V_d = 535 \text{ kN} (\downarrow)$$

Efektywne pole powierzchni fundamentu: $A' = B' \cdot L' = 2 \cdot 2,04 = 4,08 \text{ m}^2$

Nośność podłoża:

$$R_d = \frac{A' \cdot (c'_d \cdot N_c \cdot b_c \cdot s_c \cdot i_c + q'_d \cdot N_q \cdot b_q \cdot s_q \cdot i_q + 0,5 \cdot \gamma'_d \cdot B' \cdot N_\gamma \cdot b_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma)}{\gamma_{R,v}} =$$

$$= \frac{4,08 \cdot (17 \cdot 10,977 \cdot 1 \cdot 1,3395 \cdot 0,96001 + 27,6 \cdot 3,9411 \cdot 1 \cdot 1,2534 \cdot 0,97015 + 0,5 \cdot 20,6 \cdot 2 \cdot 1,5762 \cdot 1 \cdot 0,70634 \cdot 0,95069)}{1,4} = 1147$$

kN

Wykorzystanie nośności: $\Lambda_{R,v} = \frac{V_d}{R_d} = \frac{535}{1147} = 0,46681 < \Lambda_{R,v,lim} = 1$ **spełniony**

3.3. Sprawdzenie dopuszczalnego obciążenia gruntu

$$\frac{V_d}{A'} = \frac{535}{4,08} = 131 \text{ kPa} < q_{lim} = 200 \text{ kPa} \quad \checkmark$$

3.4. Wpływ podłoża uwarstwionego

Rozkład obciążenia na fundament zastępczy: **1 : 2** ($\cot \beta = 2$)

Warstwy gruntu					Fundament							
	Nazwa	z_i [m]	h_i [m]	γ_i [kN/m ³]	B'_i [m]	L'_i [m]	A'_i [m ²]	q'_i [kPa]	$q_{Ed,i}$ [kPa]	R/A'_i [kPa]	$\Lambda_{R,v,i}$	✓ ✗
2.	Ila - 2	- 1,4	0,4	0	2	2,04	4,08	27,6	131	281	0,46681	✓
3.	Ia	- 1,8	1,2	17,2	2,4	2,44	5,85	35,8	99,7	864	0,11542	✓
4.	Ib	- 3	3,7	18,1	3,6	3,64	13,1	56,4	69,7	1782	0,039131	✓

4. Warunek mimośrod

Współczynnik graniczny dla mimośrodu: $\gamma_{ecc,lim} = 0,25$

Mimośród miarodajny

Podpora: **PW 14**

4.1. Obliczeniowe wartości obciążeń na wierzchu fundamentu - Siły wewn. podpór węzłowych

Przypadek obciążenia: [PŁYTY WARSTWOWE+G+parcie zasypki] {1,5*Wiatr [Kombinowane] X+.S.P}
(A1(b))

$$F_x = 1,12 \text{ kN} \quad F_y = -10,6 \text{ kN} \quad F_z = 45,7 \text{ kN} \quad M_x = 54,8 \text{ kNm} \quad M_y = 0,107 \text{ kNm}$$

Obciążenie pionowe: $V = -F_z = -45,7 \text{ kN}$ (\uparrow)

4.2. Obliczeniowa wartość obciążeń w podstawie fundamentu

$$V_d = 101 \text{ kN}$$
 (\downarrow)

Wartość stosunku mimośrodu do wymiaru fundamentu:

$$\gamma_{ecc,max} = 0,23922 < \gamma_{ecc,lim} = 0,25 \quad \text{spełniony}$$

5. Warunek stateczności

Wartość stosunku odległości między osią obrotu a krawędzią fundamentu do wymiaru fundamentu: $\gamma_w = 0,1$

Współczynnik częściowy dla korzystnego (stabilizującego) oddziaływania stałego: $\gamma_{G,stab} = 0,9$

Oś	M_{Stb} [kNm]	M_{Dst} [kNm]	Λ_{EQU}	✓ ✗	Przypadek obciążenia
x_1	-132	120	0,903	✓	[0,9*PŁYTY WARSTWOWE+0,9*G+0,9*parcie zasypki] {1,5*Wiatr [Kombinowane] X+.S.P}
x_2	195	-57	0,292	✓	[0,9*PŁYTY WARSTWOWE+0,9*G+0,9*parcie zasypki] {1,5*Wiatr [Kombinowane] X+.S.P}
y_1	106	-45,8	0,432	✓	[0,9*PŁYTY WARSTWOWE+0,9*G+0,9*parcie zasypki] {1,5*Wiatr [Kombinowane] X-.S.P}
y_2	-106	46,3	0,437	✓	[0,9*PŁYTY WARSTWOWE+0,9*G+0,9*parcie zasypki] {1,5*Wiatr [Kombinowane] X+.S.P}

Max. stopień wykorzystania:

$$\Lambda_{EQU,max} = \Lambda_{EQU,x1} = 0,903 < \Lambda_{EQU,lim} = 1,000 \text{ spełniony}$$

6. Warunek poderwania

Obliczeniowa wartość kombinacji od destabilizujących pionowych oddziaływań stałych i zmiennych.:

$$V_{dst,d} = -V = -(-57) = 57 \text{ kN } (\uparrow)$$

Obliczeniowa wartość od stabilizujących pionowych oddziaływań stałych.:

$$G_{stab,d} = \gamma_{G,stab} \cdot (G_{fk} + G_{bfk}) = 0,9 \cdot (61,3 + 80,5) = 128 \text{ kN } (\downarrow)$$

$$\Lambda_{UPL} = \frac{V_{dst,d}}{G_{stab,d}} = \frac{57}{128} = 0,44658 < \Lambda_{UPL,lim} = 1 \text{ spełniony}$$

7. Obliczenie przesunięcia (poślizgu)

7.1. Przesunięcie (poślizg) fundamentu na podbetonie

Metoda wymiarowania 2: {A1 "+" M1 "+" R2}

7.1.1. Obliczeniowa wartość obciążeń

Sytuacja obliczeniowa: Trwała i przejściowa

Przypadek obciążenia: [PŁYTY WARSTWOWE+G+parcie zasypki] {1,5*Wiatr [Kombinowane] X+.S.P}
(A1(b))

Obliczeniowe wartości obciążeń na wierzchu fundamentu:

$$F_x = 1,12 \text{ kN} \quad F_y = -10,6 \text{ kN} \quad F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} = \sqrt{1,12^2 + (-10,6)^2} = 10,7 \text{ kN}$$

$$V = -F_z = -45,7 \text{ kN } (\uparrow) \quad M_x = 54,8 \text{ kNm} \quad M_y = 0,107 \text{ kNm}$$

Obliczeniowe wartości obciążeń na wierzchu podbetonu:

$$V_d = V + G_k^* \cdot \gamma_{G,unfav} = (-45,7) + 142 \cdot 1 = 96,1 \text{ kN } (\downarrow)$$

Wartość obliczeniowa siły poziomej:

$$H_{dx} = 1,12 \text{ kN}$$

$$H_{dy} = -10,6 \text{ kN}$$

$$H_d = 10,7 \text{ kN}$$

$$R_{d,Hb} = \frac{V_d \cdot \mu_{cc}}{\gamma_\mu} = \frac{96,1 \cdot 0,7}{1} = 67,3 \text{ kN}$$

Wykorzystanie na przesunięcie (poślizg):

$$\Lambda_{R,h,b} = \left| \frac{H_d}{R_{d,Hb}} \right| = \left| \frac{10,7}{67,3} \right| = 0,159 < \Lambda_{R,h,b,lim} = 1,000 \text{ spełniony}$$

8. Sprawdzenie fundamentu

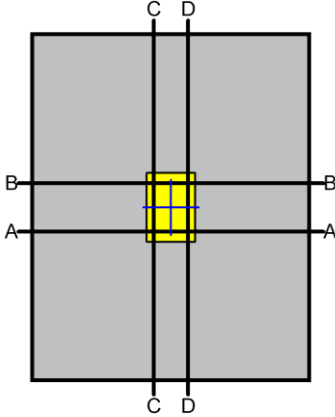
8.1. Wymiarowanie zbrojenia

Zbrojenie podłużne: $\varnothing 12 \text{ mm}$ ($A_\varnothing = 1,13 \text{ cm}^2$)

8.2. Wymiarowanie zbrojenia na zginanie

Charakterystyczna granica plastyczności stali zbrojeniowej:

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

Momenty w analizowanych przekrojach poprzecznych			
	Przekrój poprzeczny	m_d [kNm/m]	Przypadek obciążenia
	A-A	14,9	[1,35*0,85*PŁYTY WARSTWOWE+ 1,35*0,85*G+1,35*0,85*parcie zasypki] {1,5*Wiatr [Kombinowane] Y+.Pp.S} (0,7*1,5*FOTOWOLTAIKA+ 0,7*1,5*INSTALACJE+ 0,5*1,5*Śnieg DX+Y+)
	B-B	53	[1,35*0,85*PŁYTY WARSTWOWE+ 1,35*0,85*G+1,35*0,85*parcie zasypki] {1,5*Wiatr [Kombinowane] Y+.Pp.S} (0,7*1,5*FOTOWOLTAIKA+ 0,7*1,5*INSTALACJE+ 0,5*1,5*Śnieg UD)
	C-C	35,3	[1,35*0,85*PŁYTY WARSTWOWE+ 1,35*0,85*G+1,35*0,85*parcie zasypki] {1,5*Wiatr [Kombinowane] Y+.Pp.S} (0,7*1,5*FOTOWOLTAIKA+ 0,7*1,5*INSTALACJE+ 0,5*1,5*Śnieg UD)
	D-D	35,1	[1,35*0,85*PŁYTY WARSTWOWE+ 1,35*0,85*G+1,35*0,85*parcie zasypki] {1,5*Wiatr [Kombinowane] Y+.Pp.S} (0,7*1,5*FOTOWOLTAIKA+ 0,7*1,5*INSTALACJE+ 0,5*1,5*Śnieg UD)

Sytuacja obliczeniowa: Trwała i przejściowa

8.2.1. Wymiarowanie zbrojenia na moment zginający M_y

Powierzchnia zbrojenia rozciąganego:

Minimalne pole przekroju rozciąganego zbrojenia podłużnego: $a_{s,min} = 0,000592 \text{ m}^2/\text{m}$

$$a_{s,1} = \frac{x_c \cdot f_{cd,eff}}{f_{yd}} = \frac{0,00447 \cdot 17857}{4,35 \cdot 10^5} = 0,000184 \text{ m}^2/\text{m} < a_{s,min} = 0,000592 \text{ m}^2/\text{m} \rightarrow a_{s,1} = a_{s,min} = 0,000592 \text{ m}^2/\text{m}$$

$$s = \frac{A_{\varnothing}}{a_{s,1}} = \frac{0,000113}{0,000592} = 0,191 \text{ m} < s_{max,slabs} = 0,25 \text{ m} \quad \checkmark$$

Zbrojenie podłużne:

$$a_{s1,prov} = \frac{A_{\varnothing}}{s} = \frac{0,000113}{0,191} = 0,000592 \text{ m}^2/\text{m} = 5,92 \text{ cm}^2/\text{m} \quad (\varnothing 12 \text{ mm}/19,1 \text{ cm})$$

8.2.2. Wymiarowanie zbrojenia na moment zginający M_x

Powierzchnia zbrojenia rozciąganego:

Minimalne pole przekroju rozciąganego zbrojenia podłużnego: $a_{s,min} = 0,000576 \text{ m}^2/\text{m}$

$$a_{s,1} = \frac{x_c \cdot f_{cd,eff}}{f_{yd}} = \frac{0,00692 \cdot 17857}{4,35 \cdot 10^5} = 0,000284 \text{ m}^2/\text{m} < a_{s,min} = 0,000576 \text{ m}^2/\text{m} \rightarrow a_{s,1} = a_{s,min} = 0,000576 \text{ m}^2/\text{m}$$

$$s = \frac{A_{\varnothing}}{a_{s,1}} = \frac{0,000113}{0,000576} = 0,196 \text{ m} < s_{max,slabs} = 0,25 \text{ m} \quad \checkmark$$

Zbrojenie podłużne:

$$a_{s1,prov} = \frac{A_{\varnothing}}{s} = \frac{0,000113}{0,196} = 5,76 \text{ cm}^2/\text{m} \quad (\varnothing 12 \text{ mm}/19,6 \text{ cm})$$

Przekrój poprzeczny	m_d [kNm/m]	x_c [mm]	Zbr.	d [mm]	$a_{s,c}$ [cm ² /m]	$a_{s,min}$ [cm ² /m]	a_s [cm ² /m]
C-C	35,30	4	na dole	444	5,92	5,92	5,92
B-B	52,98	7	na dole	432	5,76	5,76	5,76

9. Wyznaczanie osiadania

Efektywne naprężenie od nadkładu w podstawie fundamentu:

$$q' = \gamma_y \cdot q'_k = 1 \cdot 27,6 = 27,6 \text{ kPa}$$

Podpora: **PW 14**

9.1. Obliczeniowe wartości obciążeń na wierzchu fundamentu - Siły wewn. podpór węzłowych

Przypadek obciążenia: [PŁYTY WARSTWOWE+G+parcie zasypki] {Wiatr [Kombinowane] Y+.Pp.S}
(0,7*FOTOWOLTAIKA+0,7*INSTALACJE+0,5*Śnieg UD) (SGU Charakterystyczne)

$$F_x = -0,609 \text{ kN} \quad F_y = 10,9 \text{ kN} \quad F_z = -251 \text{ kN} \quad M_x = -80,5 \text{ kNm} \quad M_y = -0,0787 \text{ kNm}$$

Obciążenie pionowe: $V = -F_z = -(-251) = 251 \text{ kN} (\downarrow)$

9.2. Obliczeniowa wartość obciążeń w podstawie fundamentu

$$V_d = 398 \text{ kN} (\downarrow)$$

Efektywne pole powierzchni fundamentu: $A' = B' \cdot L' = 2 \cdot 2,07 = 4,13 \text{ m}^2$

Efektywne naprężenie pionowe od obciążenia fundamentem w poziomie posadowienia:

$$q_{E,d} = \frac{V_d}{A'} = \frac{398}{4,13} = 96,5 \text{ kPa}$$

$$p = q_{E,d} - q' = 96,5 - 27,6 = 68,9 \text{ kPa}$$

Głębokość oddziaływania: $D_{lim} = -3,95 \text{ m}$

Osiadanie: $s = \Sigma s_i = 2,525 \text{ mm} < s_{lim} = 50,000 \text{ mm}$ **spełniony**

6.6. Wymiarowanie elementu drewnianego – dźwigar z drewna klejonego

WYMIAROWANIE ELEMENTU DREWNIANEGO

Wymiarowany element: 4

Węzły: 205-206

Norma: Eurokod-PL

PN-EN 1995-1-1:2010

Materiał: GL 24c

Klasa użytkowania: 2

Przekrój poprzeczny: 200x600

Przypadek obciążenia: liniowa, (Półautomatyczne) Decydująca

Klasa trwania obciążenia: liniowa, (Półautomatyczne) Decydująca

1. Siła normalna

EN 1995-1-1: 6.1.2, 6.1.4

Decydująca kombinacja: [1,35*0,85*PLYTY WARSTWOWE+1,35*0,85*G+1,35*0,85*parcie zasypki]
{1,5*Śnieg DX+} (1,5*0,7*FOTOWOLTAIKA+1,5*0,7*INSTALACJE)

Klasa trwania obciążenia: Średniotrwale

Położenie przekroju decydującego: $x = 0,83 \cdot L = 0,83 \cdot 6077 = 5069$ mm

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{|N_x|}{A_x} = \frac{|(-1,1761 \cdot 10^5)|}{1,2 \cdot 10^5} = 0,98 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{c,0,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{c,0,k}}{\gamma_M} = \frac{0,80 \cdot 22}{1,25} = 14 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta_N = \frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} = \frac{0,98}{14} = 7,1 \% \quad (6.2) \quad \text{spełniony}$$

2. Zginanie (y)

EN 1995-1-1: 6.1.6

Decydująca kombinacja: [1,35*0,85*PLYTY WARSTWOWE+1,35*0,85*G+1,35*0,85*parcie zasypki]
{1,5*Śnieg UD} (1,5*0,7*FOTOWOLTAIKA+1,5*0,7*INSTALACJE+1,5*0,6*Wiatr
[Kombinowane] Y+Pp.S)

Klasa trwania obciążenia: Krótkotrwale

Położenie przekroju decydującego: $x = 1,00 \cdot L = 1,00 \cdot 6077 = 6077$ mm

$$k_{hy} = 1 \quad (3.2)$$

$$f_{m,y,d} = \frac{k_{mod} \cdot k_{hy} \cdot f_{m,k}}{\gamma_M} = \frac{0,90 \cdot 1 \cdot 24}{1,25} = 17 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{|M_y|}{W_y} = \frac{|6,7933 \cdot 10^7|}{1,2 \cdot 10^7} = 5,7 \text{ N/mm}^2 \quad (6.37)$$

$$\eta_{M_y} = \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{5,7}{17} = 32,8 \% \quad \text{spełniony}$$

3. Zginanie (z)

EN 1995-1-1: 6.1.6

Decydująca kombinacja: [1,35*0,85*PLYTY WARSTWOWE+1,35*0,85*G+1,35*0,85*parcie zasypki]
 {1,5*Wiatr [Kombinowane] Y-Ps.P} (1,5*0,7*FOTOWOLTAIKA+
 1,5*0,7*INSTALACJE+1,5*0,5*Śnieg DX+)

Klasa trwania obciążenia: **Krótkotrwałe**

Położenie przekroju decydującego: $x = 1,00 \cdot L = 1,00 \cdot 6077 = 6077 \text{ mm}$

$$\sigma_{m,z,d} = \frac{|M_z|}{W_z} = \frac{|7,6388 \cdot 10^5|}{4 \cdot 10^6} = 0,19 \text{ N/mm}^2$$

$$k_{h,z} = \min \left(\left(\frac{600}{b} \right)^{0,1} ; 1,1 \right) = \min \left(\left(\frac{600}{200} \right)^{0,1} ; 1,1 \right) = 1,1 \quad (3.2)$$

$$f_{m,z,d} = \frac{k_{mod} \cdot k_{h,z} \cdot f_{m,k}}{\gamma_M} = \frac{0,90 \cdot 1,1 \cdot 24}{1,25} = 19 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta_{M_z} = \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,19}{19} = 1,0 \% \quad \text{spełniony}$$

4. Ścinanie(y)

EN 1995-1-1: 6.1.7

Decydująca kombinacja: [1,35*0,85*PLYTY WARSTWOWE+1,35*0,85*G+1,35*0,85*parcie zasypki]
 {1,5*Wiatr [Kombinowane] Y-Ps.P} (1,5*0,7*FOTOWOLTAIKA+
 1,5*0,7*INSTALACJE+1,5*0,5*Śnieg DX+Y+)

Klasa trwania obciążenia: **Krótkotrwałe**

Położenie przekroju decydującego: $x = 0,42 \cdot L = 0,42 \cdot 6077 = 2534 \text{ mm}$

$$k_{cr} = 0,67 \quad (6.13a)$$

$$\tau_{v,y,d} = \frac{1,5 \cdot |V_y|}{k_{cr} \cdot b \cdot h} = \frac{1,5 \cdot |(-909)|}{0,67 \cdot 200 \cdot 600} = 0,017 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{v,y,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{v,y,k}}{\gamma_M} = \frac{0,90 \cdot 3,5}{1,25} = 2,5 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta_{V_y} = \frac{\tau_{v,y,d}}{f_{v,y,d}} = \frac{0,017}{2,5} = 0,7 \% \quad (6.13) \quad \text{spełniony}$$

5. Ścinanie(z)

EN 1995-1-1: 6.1.7

Decydująca kombinacja: [1,35*0,85*PLYTY WARSTWOWE+1,35*0,85*G+1,35*0,85*parcie zasypki]
 {1,5*Śnieg UD} (1,5*0,7*FOTOWOLTAIKA+1,5*0,7*INSTALACJE+1,5*0,6*Wiatr
 [Kombinowane] Y+.Pp.S)

Klasa trwania obciążenia: **Krótkotrwałe**

Położenie przekroju decydującego: $x = 1,00 \cdot L = 1,00 \cdot 6077 = 6077 \text{ mm}$

$$k_{cr} = 0,67 \quad (6.13a)$$

$$\tau_{V_z,d} = \frac{1,5 \cdot |V_z|}{k_{cr} \cdot b \cdot h} = \frac{1,5 \cdot |4,2165 \cdot 10^4|}{0,67 \cdot 200 \cdot 600} = 0,79 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{V_z,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{V_z,k}}{\gamma_M} = \frac{0,90 \cdot 3,5}{1,25} = 2,5 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta_{V_z} = \frac{\tau_{V_z,d}}{f_{V_z,d}} = \frac{0,79}{2,5} = 31,2 \% \quad (6.13) \quad \text{spełniony}$$

6. Skręcanie

EN 1995-1-1: 6.1.8

Decydująca kombinacja: [1,35*0,85*PLYTY WARSTWOWE+1,35*0,85*G+1,35*0,85*parcie zasypki]
 {1,5*Wiatr [Kombinowane] X+.S.P} (1,5*0,7*FOTOWOLTAIKA+1,5*0,7*INSTALACJE+
 1,5*0,5*Śnieg DX+Y+)

Klasa trwania obciążenia: **Krótkotrwałe**

Położenie przekroju decydującego: $x = 0,01 \cdot L = 0,01 \cdot 6077 = 34 \text{ mm}$

$$\tau_{tor,d} = -0,00037 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{V,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{V,k}}{\gamma_M} = \frac{0,90 \cdot 3,5}{1,25} = 2,5 \text{ N/mm}^2$$

$$k_{shape} = \min \left(1 + 0,05 \cdot \frac{h}{b} ; 1,3 \right) = \min \left(1 + 0,05 \cdot \frac{600}{200} ; 1,3 \right) = 1,15 \quad (6.15)$$

$$\eta_{M_x} = \frac{\tau_{tor,d}}{k_{shape} \cdot f_{V,d}} = \frac{(-0,00037)}{1,15 \cdot 2,5} = 0 \% \quad (6.14) \quad \text{spełniony}$$

SPRAWDZENIE INTERAKCJI

7. Siła Normalna-Zginanie

EN 1995-1-1: 6.3.2, 6.2.4

Decydująca kombinacja: [1,35*0,85*PLYTY WARSTWOWE+1,35*0,85*G+1,35*0,85*parcie zasypki]
 {1,5*Śnieg UD} (1,5*0,7*FOTOWOLTAIKA+1,5*0,7*INSTALACJE+1,5*0,6*Wiatr
 [Kombinowane] Y+.Pp.S)

Klasa trwania obciążenia: **Krótkotrwałe**

Położenie przekroju decydującego: $x = 1,00 \cdot L = 1,00 \cdot 6077 = 6077 \text{ mm}$

$$\eta_1 = \left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{|\sigma_{m,y,d}|}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{|\sigma_{m,z,d}|}{f_{m,z,d}} = \left(\frac{1,1}{15} \right)^2 + \frac{|5,7|}{17} + 0,7 \cdot \frac{|0,018|}{19} = 33,3 \% \quad (6.19)$$

$$\eta_2 = \left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m \cdot \frac{|\sigma_{m,y,d}|}{f_{m,y,d}} + \frac{|\sigma_{m,z,d}|}{f_{m,z,d}} = \left(\frac{1,1}{15} \right)^2 + 0,7 \cdot \frac{|5,7|}{17} + \frac{|0,018|}{19} = 23,5 \% \quad (6.20)$$

$$\eta_{N,M} = \max(\eta_1; \eta_2) = \max(33,3; 23,5) = 33,3 \% \quad \text{spełniony}$$

8. Ściskanie-Zginanie-Wyboczenie

EN 1995-1-1: 6.3.2

Decydująca kombinacja: [1,35*0,85*PLYTY WARSTWOWE+1,35*0,85*G+1,35*0,85*parcie zasypki]

{1,5*Śnieg UD} (1,5*0,7*FOTOWOLTAIKA+1,5*0,7*INSTALACJE+1,5*0,6*Wiatr

[Kombinowane] Y+.Pp.S)

Klasa trwania obciążenia: **Krótkotrwałe**

Położenie przekroju decydującego: $x = 1,00 \cdot L = 1,00 \cdot 6077 = 6077 \text{ mm}$

$$\lambda_y = \frac{K_{yy} \cdot L_{tot}}{i_{s,y}} = \frac{1,00 \cdot 6077}{173} = 35,1$$

$$\lambda_z = \frac{K_{zz} \cdot L_{tot}}{i_{s,z}} = \frac{1,00 \cdot 6077}{58} = 105,3$$

$$\lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = \frac{35,1}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{22}{9100}} = 0,5 \quad (6.21)$$

$$\lambda_{rel,z} = \frac{\lambda_z}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = \frac{105,3}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{22}{9100}} = 1,6 \quad (6.22)$$

$$k_y = 0,5 \cdot \left(1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2 \right) = 0,5 \cdot (1 + 0,10 \cdot (0,5 - 0,3) + 0,5^2) = 0,66 \quad (6.27)$$

$$k_z = 0,5 \cdot \left(1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,z} - 0,3) + \lambda_{rel,z}^2 \right) = 0,5 \cdot (1 + 0,10 \cdot (1,6 - 0,3) + 1,6^2) = 1,89 \quad (6.28)$$

$$k_{c,y} = \min \left(\frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} ; 1 \right) = \min \left(\frac{1}{0,66 + \sqrt{0,66^2 - 0,5^2}} ; 1 \right) = 0,97 \quad (6.25)$$

$$k_{c,z} = \min \left(\frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}} ; 1 \right) = \min \left(\frac{1}{1,89 + \sqrt{1,89^2 - 1,6^2}} ; 1 \right) = 0,35 \quad (6.26)$$

$$\eta_1 = \frac{|\sigma_{c,0,d}|}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{|\sigma_{m,y,d}|}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{|\sigma_{m,z,d}|}{f_{m,z,d}} = \frac{|1,1|}{0,97 \cdot 15} + \frac{|5,7|}{17} + 0,7 \cdot \frac{|0,018|}{19} = 40,2 \% \quad (6.23)$$

$$\eta_2 = \frac{|\sigma_{c,0,d}|}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{|\sigma_{m,y,d}|}{f_{m,y,d}} + \frac{|\sigma_{m,z,d}|}{f_{m,z,d}} = \frac{|1,1|}{0,35 \cdot 15} + 0,7 \cdot \frac{|5,7|}{17} + \frac{|0,018|}{19} = 43,4 \% \quad (6.24)$$

$$\eta_{N,M,Buck} = \max(\eta_1; \eta_2) = \max(40,2; 43,4) = 43,4 \% \quad \text{spełniony}$$

9. Siła normalna-Zginanie-Zwichrzenie

EN 1995-1-1: 6.3.3

Decydująca kombinacja: [1,35*0,85*PŁYTY WARSTWOWE+1,35*0,85*G+1,35*0,85*parcie zasypki]
{1,5*Śnieg UD} (1,5*0,7*FOTOWOLTAIKA+1,5*0,7*INSTALACJE+1,5*0,6*Wiatr
[Kombinowane] Y+.Pp.S)

Klasa trwania obciążenia: **Krótkotrwałe**

Położenie przekroju decydującego: $x = 1,00 \cdot L = 1,00 \cdot 6077 = 6077 \text{ mm}$

$$dL = 2 \cdot h_{max} = 2 \cdot 600_{max} = 1200 \text{ mm}$$

$$\sigma_{m,crit} = \frac{\pi \cdot \sqrt{E_{0,05} \cdot I_z \cdot G_{0,05} \cdot I_x}}{(K_{LT} \cdot L_{tot} + dL) \cdot W_y} = \frac{\pi \cdot \sqrt{9100 \cdot 4 \cdot 10^8 \cdot 546 \cdot 1,2639 \cdot 10^9}}{(1,00 \cdot 6077 + 1200) \cdot 1,2 \cdot 10^7} = 57 \text{ N/mm}^2 \quad (6.31)$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{f_{m,k}}{\sigma_{m,crit}}} = \sqrt{\frac{24}{57}} = 0,65 \quad (6.30)$$

$$k_{crit} = 1,00 \quad (6.34)$$

$$\eta_1 = \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} + \left(\frac{|\sigma_{m,y,d}|}{k_{crit} \cdot f_{m,y,d}} \right)^2 = \frac{1,1}{0,35 \cdot 15} + \left(\frac{|5,7|}{1,00 \cdot 17} \right)^2 = 31,1 \% \quad (6.35)$$

$$\eta_2 = \frac{|\sigma_{m,y,d}|}{k_{crit} \cdot f_{m,y,d}} = \frac{|5,7|}{1,00 \cdot 17} = 32,8 \% \quad (6.33)$$

$$\eta_{N,M,LTB} = \max(\eta_1; \eta_2) = 32,8 \% \quad \text{spełniony}$$

10. Ścinanie-Skręcanie

DIN EN 1995-1-1/NA:2010-12 NCI NA.6.1.9 (no EN 1995-1-1 formula)

Decydująca kombinacja dla interakcji N-M-Wyboczenie: [1,35*0,85*PŁYTY
WARSTWOWE+1,35*0,85*G+1,35*0,85*parcie zasypki]
{1,5*Śnieg UD} (1,5*0,7*FOTOWOLTAIKA+1,5*0,7*INSTALACJE+1,5*0,6*Wiatr
[Kombinowane] Y+.Pp.S)

Klasa trwania obciążenia: **Krótkotrwałe**

Położenie przekroju decydującego: $x = 1,00 \cdot L = 1,00 \cdot 6077 = 6077 \text{ mm}$

W punkcie A (punkt środkowy na boku b); $\tau_{V_z,d} = 0$

$$\tau_{tor,d,A} = 1,7694 \cdot 10^{-6} \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{V_y,d} = \frac{1,5 \cdot |V_y|}{k_{cr} \cdot h \cdot b} = \frac{1,5 \cdot |(-96)|}{0,67 \cdot 600 \cdot 200} = 0,0018 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta_A = \frac{|\tau_{tor,d,A}|}{k_{shape} \cdot f_{v,d}} + \left(\frac{\tau_{v,y,d}}{f_{v,y,d}} \right)^2 = \frac{|1,7694 \cdot 10^{-6}|}{1,15 \cdot 2,5} + \left(\frac{0,0018}{2,5} \right)^2 = 0 \% \quad (NA.55)$$

W punkcie B (punkt środkowy na boku h); $\tau_{v,y,d} = 0$

$$\tau_{tor,d,B} = 2,3471 \cdot 10^{-6} \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{v,z,d} = \frac{1,5 \cdot |V_z|}{k_{cr} \cdot h \cdot b} = \frac{1,5 \cdot |4,2165 \cdot 10^4|}{0,67 \cdot 600 \cdot 200} = 0,79 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta_B = \frac{|\tau_{tor,d,B}|}{k_{shape} \cdot f_{v,d}} + \left(\frac{\tau_{v,z,d}}{f_{v,z,d}} \right)^2 = \frac{|2,3471 \cdot 10^{-6}|}{1,15 \cdot 2,5} + \left(\frac{0,79}{2,5} \right)^2 = 9,7 \% \quad (NA.55)$$

W punkcie O (środek przekroju poprzecznego); $\tau_{tor,d,O} = 0$

$$\eta_O = \left(\frac{\tau_{v,y,d}}{f_{v,y,d}} \right)^2 + \left(\frac{\tau_{v,z,d}}{f_{v,z,d}} \right)^2 = \left(\frac{0,0018}{2,5} \right)^2 + \left(\frac{0,79}{2,5} \right)^2 = 9,7 \% \quad (NA.55)$$

$$\eta_{v,y,v,z,M_x} = \max(\eta_A ; \eta_B ; \eta_O ; \eta_{v_y} ; \eta_{v_z}) = \max(0 ; 9,7 ; 9,7 ; 0,1 ; 31,2) = 31,2 \% \quad \text{spełniony}$$

11. Rozciągające naprężenie prostopadłe do osi w kalenicy

EN 1995-1-1: 6.4.3

Decydująca kombinacja: [1,35*0,85*PŁYTY WARSTWOWE+1,35*0,85*G+1,35*0,85*parcie zasypki]

{1,5*Śnieg DX+} (1,5*0,7*FOTOWOLTAIKA+1,5*0,7*INSTALACJE+1,5*0,6*Wiatr

[Kombinowane] Y+.Pp.S)

Klasa trwania obciążenia: **Krótkotrwałe**

Położenie przekroju decydującego: $x = 0,00 \cdot L = 0,00 \cdot 6077 = 0 \text{ mm}$

$$\eta_{Apex} = 0 \% \quad (6.53) \quad \text{spełniony}$$

12. SGU (Stan graniczny użytkowalności) - Przemieszczenia końcowe

EN 1995-1-1: 2.2.3, 7.2

Decydująca kombinacja: [PŁYTY WARSTWOWE+G+parcie zasypki] {Śnieg DX+} (0,7*FOTOWOLTAIKA+0,7*INSTALACJE+0,6*Wiatr [Kombinowane] Y-Ps.S)

Położenie przekroju decydującego: $x = 0,42 \cdot L = 0,42 \cdot 6077 = 2534 \text{ mm}$

$$k_{def} = 0,8$$

Przedstawione wartości ugięć zawierają ustawioną korektę uwzględniającą przemieszczenia punktów końcowych.

$$w_{net,fin,y} = |w_{fin,y}| = |0,02| = 0,02 \text{ mm}$$

$$w_{limit,y} = \frac{L}{300,0} = \frac{6077}{300,0} = 20 \text{ mm}$$

$$\eta_{SLS,y} = \frac{w_{net,fin,y}}{w_{limit,y}} = \frac{0,02}{20} = 0,1 \%$$

$$w_{net,fin,z} = |w_{fin,z}| = |(-1,8)| = 1,8 \text{ mm}$$

$$w_{limit,z} = \frac{L}{300,0} = \frac{6077}{300,0} = 20 \text{ mm}$$

$$\eta_{SLS,z} = \frac{w_{net,fin,z}}{w_{limit,z}} = \frac{1,8}{20} = 8,9 \%$$

$$\eta_{SLS} = \max(\eta_{SLS,y} ; \eta_{SLS,z}) = \max(0,1 ; 8,9) = 8,9 \% \quad \text{spełniony}$$

6.7. Wymiarowanie elementu drewnianego – płatew z drewna klejonego

WYMIAROWANIE ELEMENTU DREWNIANEGO

Wymiarowany element: 28

Węzły: 237-245

Norma: Eurokod-PL

PN-EN 1995-1-1:2010

Materiał: GL 24c

Klasa użytkowania: 2

Przekrój poprzeczny: 100x300

Przypadek obciążenia: liniowa, (Półautomatyczne) Decydująca

Klasa trwania obciążenia: liniowa, (Półautomatyczne) Decydująca

1. Siła normalna

EN 1995-1-1: 6.1.2, 6.1.4

Decydująca kombinacja: [1,35*0,85*PLYTY WARSTWOWE+1,35*0,85*G+1,35*0,85*parcie zasypki]
{1,5*Wiatr [Kombinowane] Y-Ps.P} (1,5*0,7*FOTOWOLTAIKA+
1,5*0,7*INSTALACJE+1,5*0,5*Śnieg DX+)

Klasa trwania obciążenia: Krótkotrwałe

Położenie przekroju decydującego: $x = 0,10 \cdot L = 0,10 \cdot 4150 = 415 \text{ mm}$

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{|N_x|}{A_x} = \frac{|(-9056)|}{3 \cdot 10^4} = 0,3 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{c,0,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{c,0,k}}{\gamma_M} = \frac{0,90 \cdot 22}{1,25} = 15 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta_N = \frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} = \frac{0,3}{15} = 2,0 \% \quad (6.2) \quad \text{spełniony}$$

2. Zginanie (y)

EN 1995-1-1: 6.1.6

Decydująca kombinacja: [1,35*0,85*PLYTY WARSTWOWE+1,35*0,85*G+1,35*0,85*parcie zasypki]
{1,5*Śnieg UD} (1,5*0,7*FOTOWOLTAIKA+1,5*0,7*INSTALACJE+1,5*0,6*Wiatr
[Kombinowane] Y+Pp.S)

Klasa trwania obciążenia: Krótkotrwałe

Położenie przekroju decydującego: $x = 0,50 \cdot L = 0,50 \cdot 4150 = 2075 \text{ mm}$

$$k_{h,y} = \min \left(\left(\frac{600}{h} \right)^{0,1} ; 1,1 \right) = \min \left(\left(\frac{600}{300} \right)^{0,1} ; 1,1 \right) = 1,072 \quad (3.2)$$

$$f_{m,y,d} = \frac{k_{mod} \cdot k_{h,y} \cdot f_{m,k}}{\gamma_M} = \frac{0,90 \cdot 1,072 \cdot 24}{1,25} = 19 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{|M_y|}{W_y} = \frac{|(-7,9387 \cdot 10^6)|}{1,5 \cdot 10^6} = 5,3 \text{ N/mm}^2 \quad (6.37)$$

$$\eta_{M_y} = \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{5,3}{19} = 28,6 \% \quad \text{spełniony}$$

3. Zginanie (z)

EN 1995-1-1: 6.1.6

Decydująca kombinacja: [1,35*0,85*PLYTY WARSTWOWE+1,35*0,85*G+1,35*0,85*parcie zasypki]
{1,5*Śnieg UD} (1,5*0,7*FOTOWOLTAIKA+1,5*0,7*INSTALACJE)

Klasa trwania obciążenia: Średniotrwale

Położenie przekroju decydującego: $x = 0,50 \cdot L = 0,50 \cdot 4150 = 2075 \text{ mm}$

$$\sigma_{m,z,d} = \frac{|M_z|}{W_z} = \frac{|(-1,7521 \cdot 10^6)|}{5 \cdot 10^5} = 3,5 \text{ N/mm}^2$$

$$k_{h,z} = \min \left(\left(\frac{600}{b} \right)^{0,1} ; 1,1 \right) = \min \left(\left(\frac{600}{1 \cdot 10^2} \right)^{0,1} ; 1,1 \right) = 1,1 \quad (3.2)$$

$$f_{m,z,d} = \frac{k_{mod} \cdot k_{h,z} \cdot f_{m,k}}{\gamma_M} = \frac{0,80 \cdot 1,1 \cdot 24}{1,25} = 17 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta_{M_z} = \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{3,5}{17} = 20,7 \% \quad \text{spełniony}$$

4. Ścinanie(y)

EN 1995-1-1: 6.1.7

Decydująca kombinacja: [1,35*0,85*PLYTY WARSTWOWE+1,35*0,85*G+1,35*0,85*parcie zasypki]
{1,5*Śnieg UD} (1,5*0,7*FOTOWOLTAIKA+1,5*0,7*INSTALACJE)

Klasa trwania obciążenia: Średniotrwale

Położenie przekroju decydującego: $x = 1,00 \cdot L = 1,00 \cdot 4150 = 4150 \text{ mm}$

$$k_{cr} = 0,67 \quad (6.13a)$$

$$\tau_{V_y,d} = \frac{1,5 \cdot |V_y|}{k_{cr} \cdot b \cdot h} = \frac{1,5 \cdot |(-1689)|}{0,67 \cdot 1 \cdot 10^2 \cdot 300} = 0,13 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{v,y,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{v,y,k}}{\gamma_M} = \frac{0,80 \cdot 3,5}{1,25} = 2,2 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta_{V_y} = \frac{\tau_{V_y,d}}{f_{v,y,d}} = \frac{0,13}{2,2} = 5,6 \% \quad (6.13) \quad \text{spełniony}$$

5. Ścinanie(z)

EN 1995-1-1: 6.1.7

Decydująca kombinacja: [1,35*0,85*PLYTY WARSTWOWE+1,35*0,85*G+1,35*0,85*parcie zasypki]
{1,5*Śnieg UD} (1,5*0,7*FOTOWOLTAIKA+1,5*0,7*INSTALACJE+1,5*0,6*Wiatr
[Kombinowane] Y+.Pp.S)

Klasa trwania obciążenia: **Krótkotrwałe**

Położenie przekroju decydującego: $x = 1,00 \cdot L = 1,00 \cdot 4150 = 4150 \text{ mm}$

$$k_{cr} = 0,67 \quad (6.13a)$$

$$\tau_{V_z,d} = \frac{1,5 \cdot |V_z|}{k_{cr} \cdot b \cdot h} = \frac{1,5 \cdot |7652|}{0,67 \cdot 1 \cdot 10^2 \cdot 300} = 0,57 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{V_z,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{v,z,k}}{\gamma_M} = \frac{0,90 \cdot 3,5}{1,25} = 2,5 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta_{V_z} = \frac{\tau_{V_z,d}}{f_{V_z,d}} = \frac{0,57}{2,5} = 22,7 \% \quad (6.13) \quad \text{spełniony}$$

6. Skręcanie

EN 1995-1-1: 6.1.8

Decydująca kombinacja: [1,35*0,85*PLYTY WARSTWOWE+1,35*0,85*G+1,35*0,85*parcie zasypki]
{1,5*Śnieg UD} (1,5*0,7*FOTOWOLTAIKA+1,5*0,7*INSTALACJE+1,5*0,6*Wiatr
[Kombinowane] X+.S.P)

Klasa trwania obciążenia: **Krótkotrwałe**

Położenie przekroju decydującego: $x = 0,10 \cdot L = 0,10 \cdot 4150 = 415 \text{ mm}$

$$\tau_{tor,d} = 0,00056 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{v,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{v,k}}{\gamma_M} = \frac{0,90 \cdot 3,5}{1,25} = 2,5 \text{ N/mm}^2$$

$$k_{shape} = \min \left(1 + 0,05 \cdot \frac{h}{b} ; 1,3 \right) = \min \left(1 + 0,05 \cdot \frac{300}{1 \cdot 10^2} ; 1,3 \right) = 1,15 \quad (6.15)$$

$$\eta_{M_x} = \frac{\tau_{tor,d}}{k_{shape} \cdot f_{v,d}} = \frac{0,00056}{1,15 \cdot 2,5} = 0 \% \quad (6.14) \quad \text{spełniony}$$

SPRAWDZENIE INTERAKCJI

7. Siła Normalna-Zginanie

EN 1995-1-1: 6.3.2, 6.2.4

Decydująca kombinacja: [1,35*0,85*PLYTY WARSTWOWE+1,35*0,85*G+1,35*0,85*parcie zasypki]
{1,5*Śnieg DX+} (1,5*0,7*FOTOWOLTAIKA+1,5*0,7*INSTALACJE+1,5*0,6*Wiatr
[Kombinowane] Y+.Pp.S)

Klasa trwania obciążenia: **Krótkotrwałe**

Położenie przekroju decydującego: $x = 0,50 \cdot L = 0,50 \cdot 4150 = 2075 \text{ mm}$

$$\eta_1 = \left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{|\sigma_{m,y,d}|}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{|\sigma_{m,z,d}|}{f_{m,z,d}} = \left(\frac{0,076}{15} \right)^2 + \frac{|5,3|}{19} + 0,7 \cdot \frac{|3,5|}{19} = 41,5 \% \quad (6.19)$$

$$\eta_2 = \left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m \cdot \frac{|\sigma_{m,y,d}|}{f_{m,y,d}} + \frac{|\sigma_{m,z,d}|}{f_{m,z,d}} = \left(\frac{0,076}{15} \right)^2 + 0,7 \cdot \frac{|5,3|}{19} + \frac{|3,5|}{19} = 38,4 \% \quad (6.20)$$

$$\eta_{N,M} = \max(\eta_1; \eta_2) = \max(41,5; 38,4) = 41,5 \% \quad \text{spełniony}$$

8. Ściskanie-Zginanie-Wyboczenie

EN 1995-1-1: 6.3.2

Decydująca kombinacja: [1,35*0,85*PLYTY WARSTWOWE+1,35*0,85*G+1,35*0,85*parcie zasypki]
{1,5*Śnieg DX+} (1,5*0,7*FOTOWOLTAIKA+1,5*0,7*INSTALACJE)

Klasa trwania obciążenia: Średniotrwale

Położenie przekroju decydującego: $x = 0,50 \cdot L = 0,50 \cdot 4150 = 2075 \text{ mm}$

$$\lambda_y = \frac{K_{yy} \cdot L_{tot}}{i_{s,y}} = \frac{1,00 \cdot 4150}{87} = 47,9$$

$$\lambda_z = \frac{K_{zz} \cdot L_{tot}}{i_{s,z}} = \frac{1,00 \cdot 4150}{29} = 143,8$$

$$\lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = \frac{47,9}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{22}{9100}} = 0,7 \quad (6.21)$$

$$\lambda_{rel,z} = \frac{\lambda_z}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = \frac{143,8}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{22}{9100}} = 2,2 \quad (6.22)$$

$$k_y = 0,5 \cdot \left(1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2 \right) = 0,5 \cdot \left(1 + 0,10 \cdot (0,7 - 0,3) + 0,7^2 \right) = 0,80 \quad (6.27)$$

$$k_z = 0,5 \cdot \left(1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,z} - 0,3) + \lambda_{rel,z}^2 \right) = 0,5 \cdot \left(1 + 0,10 \cdot (2,2 - 0,3) + 2,2^2 \right) = 3,07 \quad (6.28)$$

$$k_{c,y} = \min \left(\frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} ; 1 \right) = \min \left(\frac{1}{0,80 + \sqrt{0,80^2 - 0,7^2}} ; 1 \right) = 0,92 \quad (6.25)$$

$$k_{c,z} = \min \left(\frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}} ; 1 \right) = \min \left(\frac{1}{3,07 + \sqrt{3,07^2 - 2,2^2}} ; 1 \right) = 0,19 \quad (6.26)$$

$$\eta_1 = \frac{|\sigma_{c,0,d}|}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{|\sigma_{m,y,d}|}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{|\sigma_{m,z,d}|}{f_{m,z,d}} = \frac{|0,14|}{0,92 \cdot 14} + \frac{|4,4|}{16} + 0,7 \cdot \frac{|3,5|}{17} = 42,1 \% \quad (6.23)$$

$$\eta_2 = \frac{|\sigma_{c,0,d}|}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{|\sigma_{m,y,d}|}{f_{m,y,d}} + \frac{|\sigma_{m,z,d}|}{f_{m,z,d}} = \frac{|0,14|}{0,19 \cdot 14} + 0,7 \cdot \frac{|4,4|}{16} + \frac{|3,5|}{17} = 44,5 \% \quad (6.24)$$

$$\eta_{N,M,Buck} = \max(\eta_1; \eta_2) = \max(42,1; 44,5) = 44,5 \% \quad \text{spełniony}$$

9. Siła normalna-Zginanie-Zwichrzenie

EN 1995-1-1: 6.3.3

Decydująca kombinacja: [1,35*0,85*PLYTY WARSTWOWE+1,35*0,85*G+1,35*0,85*parcie zasypki]
 {1,5*Śnieg UD} (1,5*0,7*FOTOWOLTAIKA+1,5*0,7*INSTALACJE+1,5*0,6*Wiatr
 [Kombinowane] Y+.Pp.S)

Klasa trwania obciążenia: **Krótkotrwałe**

Położenie przekroju decydującego: $x = 0,50 \cdot L = 0,50 \cdot 4150 = 2075 \text{ mm}$

$$dL = 2 \cdot h_{max} = 2 \cdot 300_{max} = 600 \text{ mm}$$

$$\sigma_{m,crit} = \frac{\pi \cdot \sqrt{E_{0,05} \cdot I_z \cdot G_{0,05} \cdot I_x}}{(K_{LT} \cdot L_{tot} + dL) \cdot W_y} = \frac{\pi \cdot \sqrt{9100 \cdot 2,5 \cdot 10^7 \cdot 546 \cdot 7,8994 \cdot 10^7}}{(1,00 \cdot 4150 + 600) \cdot 1,5 \cdot 10^6} = 44 \text{ N/mm}^2 \quad (6.31)$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{f_{m,k}}{\sigma_{m,crit}}} = \sqrt{\frac{24}{44}} = 0,74 \quad (6.30)$$

$$k_{crit} = 1,00 \quad (6.34)$$

$$\eta_1 = \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} + \left(\frac{|\sigma_{m,y,d}|}{k_{crit} \cdot f_{m,y,d}} \right)^2 = \frac{0,067}{0,19 \cdot 15} + \left(\frac{|5,3|}{1,00 \cdot 19} \right)^2 = 10,4 \% \quad (6.35)$$

$$\eta_2 = \frac{|\sigma_{m,y,d}|}{k_{crit} \cdot f_{m,y,d}} = \frac{|5,3|}{1,00 \cdot 19} = 28,6 \% \quad (6.33)$$

$$\eta_{N,M,LTB} = \max(\eta_1; \eta_2) = 28,6 \% \quad \text{spełniony}$$

10. Ścinanie-Skręcanie

DIN EN 1995-1-1/NA:2010-12 NCI NA.6.1.9 (no EN 1995-1-1 formula)

Decydująca kombinacja: [1,35*0,85*PLYTY WARSTWOWE+1,35*0,85*G+1,35*0,85*parcie zasypki]
 {1,5*Śnieg UD} (1,5*0,7*FOTOWOLTAIKA+1,5*0,7*INSTALACJE+1,5*0,6*Wiatr
 [Kombinowane] Y+.Pp.S)

Klasa trwania obciążenia: **Krótkotrwałe**

Położenie przekroju decydującego: $x = 0,00 \cdot L = 0,00 \cdot 4150 = 0 \text{ mm}$

W punkcie A (punkt środkowy na boku b); $\tau_{V_z,d} = 0$

$$\tau_{tor,d,A} = 0,00012 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{V_y,d} = \frac{1,5 \cdot |V_y|}{k_{cr} \cdot h \cdot b} = \frac{1,5 \cdot |1689|}{0,67 \cdot 300 \cdot 1 \cdot 10^2} = 0,13 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta_A = \frac{|\tau_{tor,d,A}|}{k_{shape} \cdot f_{v,d}} + \left(\frac{\tau_{V_y,d}}{f_{v,y,d}} \right)^2 = \frac{|0,00012|}{1,15 \cdot 2,5} + \left(\frac{0,13}{2,5} \right)^2 = 0,3 \% \quad (NA.55)$$

W punkcie B (punkt środkowy na boku h); $\tau_{V_{y,d}} = 0$

$$\tau_{tor,d,B} = 0,00016 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{V_{z,d}} = \frac{1,5 \cdot |V_z|}{k_{cr} \cdot h \cdot b} = \frac{1,5 \cdot |(-7652)|}{0,67 \cdot 300 \cdot 1 \cdot 10^2} = 0,57 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta_B = \frac{|\tau_{tor,d,B}|}{k_{shape} \cdot f_{v,d}} + \left(\frac{\tau_{V_{z,d}}}{f_{v,z,d}} \right)^2 = \frac{|0,00016|}{1,15 \cdot 2,5} + \left(\frac{0,57}{2,5} \right)^2 = 5,1 \% \quad (NA.55)$$

W punkcie O (środek przekroju poprzecznego); $\tau_{tor,d,O} = 0$

$$\eta_O = \left(\frac{\tau_{V_{y,d}}}{f_{v,y,d}} \right)^2 + \left(\frac{\tau_{V_{z,d}}}{f_{v,z,d}} \right)^2 = \left(\frac{0,13}{2,5} \right)^2 + \left(\frac{0,57}{2,5} \right)^2 = 5,4 \% \quad (NA.55)$$

$$\eta_{V_{y,V_{z,M_x}}} = \max(\eta_A; \eta_B; \eta_O; \eta_{V_y}; \eta_{V_z}) = \max(0,3; 5,1; 5,4; 5,0; 22,7) = 22,7 \% \quad \text{spełniony}$$

11. Rozciągające naprężenie prostopadłe do osi w kalenicy

EN 1995-1-1: 6.4.3

Decydująca kombinacja: [1,35*0,85*PLYTY WARSTWOWE+1,35*0,85*G+1,35*0,85*parcie zasypki]
 {1,5*Wiatr [Kombinowane] Y.Ps.P} (1,5*0,7*FOTOWOLTAIKA+
 1,5*0,7*INSTALACJE+1,5*0,5*Śnieg DX+)

Klasa trwania obciążenia: **Krótkotrwałe**

Położenie przekroju decydującego: $x = 0,00 \cdot L = 0,00 \cdot 4150 = 0 \text{ mm}$

$$\eta_{Apex} = 0 \% \quad (6.53) \quad \text{spełniony}$$

12. SGU (Stan graniczny użytkowalności) - Przemieszczenia końcowe

EN 1995-1-1: 2.2.3, 7.2

Decydująca kombinacja: [PLYTY WARSTWOWE+G+parcie zasypki] {Śnieg UD} (0,7*FOTOWOLTAIKA+
 0,7*INSTALACJE+0,6*Wiatr [Kombinowane] Y+.Ps.S)

Położenie przekroju decydującego: $x = 0,50 \cdot L = 0,50 \cdot 4150 = 2075 \text{ mm}$

$$k_{def} = 0,8$$

Przedstawione wartości ugięć zawierają ustawioną korektę uwzględniającą przemieszczenia punktów końcowych.

$$w_{net,fin,y} = |w_{fin,y}| = |11| = 11 \text{ mm}$$

$$w_{limit,y} = \frac{L}{300,0} = \frac{4150}{300,0} = 14 \text{ mm}$$

$$\eta_{SLS,y} = \frac{w_{net,fin,y}}{w_{limit,y}} = \frac{11}{14} = 80,1 \%$$

$$w_{net,fin,z} = |w_{fin,z}| = |(-5,3)| = 5,3 \text{ mm}$$

$$w_{limit,z} = \frac{L}{300,0} = \frac{4150}{300,0} = 14 \text{ mm}$$

$$\eta_{SLS,z} = \frac{w_{net,fin,z}}{w_{limit,z}} = \frac{5,3}{14} = 38,1 \%$$

$$\eta_{SLS} = \max(\eta_{SLS,y}; \eta_{SLS,z}) = \max(80,1; 38,1) = 80,1 \% \quad \text{spełniony}$$

7. ZALECENIA I UWAGI

Wszystkie roboty należy wykonywać zgodnie z zatwierdzonym projektem przestrzegając przepisów zawartych w "Warunkach technicznych wykonania odbioru robót budowlano - montażowych" oraz w odpowiednich normach;

Wszystkie materiały stosować zgodnie z ich przeznaczeniem i wytycznymi producenta, dochowując technicznych warunków wykonania robót;

Roboty budowlane powinny być wykonywane przez wyspecjalizowaną firmę, pod nadzorem osoby posiadającej stosowne uprawnienia budowlane, zgodnie z wiedzą techniczną, „Warunkami technicznymi wykonania i odbioru robót budowlanych”, niniejszą dokumentacją oraz przepisami BHP;

Wszystkie prace należy wykonywać pod nadzorem uprawnionych do tego osób. Załoga powinna być przeszkolona, wyposażona w odpowiedni sprzęt i posiadać wymagane kwalifikacje. Teren prowadzonych prac powinien być oznakowany i zabezpieczony przed dostępem osób postronnych;

Niniejsza część projektu została opracowana zgodnie z obowiązującymi normami, przepisami prawa budowlanego i zasadami sztuki oraz jest kompletna ze względu na cel, któremu ma służyć.

Projektant główny:

mgr inż. Tomasz Nicer

nr uprawnień:

LUB/0107/PWOK/08

UPRAWNIENIA DO PROJEKTOWANIA I KIEROWANIA
ROBOTAMI BUDOWLANymi BEZ OGRANICZEŃ
W SPECJALNOŚCI KONSTRUKCYJNO-BUDOWLANEJ

podpis:

Sprawdzający:

mgr inż. Tomasz Banaszek

nr uprawnień:

LUB/0106/PWOK/08

UPRAWNIENIA DO PROJEKTOWANIA I KIEROWANIA
ROBOTAMI BUDOWLANymi BEZ OGRANICZEŃ
W SPECJALNOŚCI KONSTRUKCYJNO-BUDOWLANEJ

podpis: