

DOMOprojekt BIURO PROJEKTOWE

20-092 Lublin, ul. Obywatelska 9/36
tel. 500565851, e-mail: domoprojekt.biuro@gmail.com

PROJEKT TECHNICZNY

NADBUDOWA I PRZEBUDOWA BUDYNKU WIELOFUNKCYJNEGO KAT. VIII, Z WEWNĘTRZNYMI INSTALACJAMI.

INWESTOR :	GMINA NIEDŹWIADA
ADRES INWESTORA :	NIEDŹWIADA-KOLONIA 43 21-104 NIEDŹWIADA
ADRES BUDOWY :	NIEDŹWIADA-KOLONIA, GMINA NIEDŹWIADA
JEDNOSTKA EWIDENCYJNA:	060809_2 NIEDŹWIADA
OBREB EWIDENCYJNY:	060809_2.0010 NIEDŹWIADA-KOLONIA
NR EWIDENCYJNY DZIAŁKI :	499/3, 500/3

ZAKRES OPRACOWANIA:	FUNKCJA PROJEKTOWA:	IMIĘ I NAZWISKO PROJEKTANTA, NUMER UPRAWNIENI, SPECJALNOŚĆ:	PODPIS:
ARCHITEKTURA:	PROJEKTANT	mgr inż. arch. Marek Mizak upr. bud. nr 2331/Lb/84 w specjalności architektonicznej	
	SPRAWDZAJĄCY	mgr inż. arch. Marta Bogusz upr. bud. nr 245/LBOKK/2019 w specjalności architektonicznej	
KONSTRUKCJA:	PROJEKTANT	Stanisław Oniszczyk upr. bud. nr 32/Lb/75, 1225/Lb/80, 2410/Lb/94 w specjalności konstrukcyjno-budowlanej	
	SPRAWDZAJĄCY	mgr inż. Marcin Woliński upr. bud. nr LUB/0021/PWBKb/19 w specjalności konstrukcyjno-budowlanej	
	OPRACOWAŁ	mgr inż. Łukasz Wysokiński	

Lublin, 29 września 2022r.

ZAŁĄCZNIK DO STRONY TYTUŁOWEJ PROJEKTU TECHNICZNEGO

ZAKRES OPRACOWANIA:	FUNKCJA PROJEKTOWA:	IMIĘ I NAZWISKO PROJEKTANTA, NUMER UPRAWNIENI, SPECJALNOŚĆ:	PODPIS:
INSTALACJE SANITARNE:	PROJEKTANT	mgr inż. Patrycja Mysiak upr. bud. nr LUB/0053/PBS/18 w specjalności instalacyjnej	
	SPRAWDZAJĄCY	mgr inż. Jarosław Mysiak upr. bud. nr LUB/0055/PBS/17 w specjalności instalacyjnej	
INSTALACJE ELEKTRYCZNE	PROJEKTANT	mgr inż. Marcin Sokołowski upr. bud. nr LUB/0213/P00E/11 w specjalności instalacyjnej	
	SPRAWDZAJĄCY	mgr inż. Tomasz Bodzak upr. bud. nr LUB/0141/P00E/10 w specjalności instalacyjnej	
INSTALACJE TELEKOMUNIKACYJNE:	PROJEKTANT	mgr inż. Michał Kowalczyk upr. bud. nr LUB/0039/PWBT/19 w specjalności instalacyjnej	
	SPRAWDZAJĄCY	mgr inż. Tomasz Hanaka upr. bud. nr LUB/0038/PWTB/19 w specjalności instalacyjnej	

Lublin, 29 września 2022r.

DOMOprojekt BIURO PROJEKTOWE

20-092 Lublin, ul. Obywatelska 9/36
tel. 500565851, e-mail: domoprojekt.biuro@gmail.com

OŚWIADCZENIE PROJEKTANTA

NADBUDOWA I PRZEBUDOWA BUDYNKU WIELOFUNKCYJNEGO KAT. VIII, Z WEWNĘTRZNYMI INSTALACJAMI.

INWESTOR :	GINA NIEDŹWIADA
ADRES INWESTORA :	NIEDŹWIADA-KOLONIA 43 21-104 NIEDŹWIADA
ADRES BUDOWY :	NIEDŹWIADA-KOLONIA, GMINA NIEDŹWIADA
JEDNOSTKA EWIDENCYJNA:	060809_2 NIEDŹWIADA
OBREB EWIDENCYJNY:	060809_2.0010 NIEDŹWIADA-KOLONIA
NR EWIDENCYJNY DZIAŁKI :	499/3, 500/3

Oświadczamy, jako projektanci, że niniejszy projekt techniczny został sporządzony zgodnie z obowiązującymi przepisami, zasadami wiedzy technicznej, projektem zagospodarowania terenu oraz projektem architektoniczno-budowlanym. Podstawa prawna oświadczenia: art. 34 ust.3d pkt 3 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (t.j. Dz. U. z 2021r., poz. 2351 z późn.zm.) oraz przepisy wykonawcze.

ZAKRES OPRACOWANIA:	FUNKCJA PROJEKTOWA:	IMIĘ I NAZWISKO PROJEKTANTA, NUMER UPRAWNIENI, SPECJALNOŚĆ:	PODPIS:
ARCHITEKTURA:	PROJEKTANT	mgr inż. arch. Marek Mizak upr. bud. nr 2331/Lb/84 w specjalności architektonicznej	
	SPRAWDZAJĄCY	mgr inż. arch. Marta Bogusz upr. bud. nr 245/LBOKK/2019 w specjalności architektonicznej	
KONSTRUKCJA:	PROJEKTANT	Stanisław Oniszcuk upr. bud. nr 32/Lb/75, 1225/Lb/80, 2410/Lb/94 w specjalności konstrukcyjno-budowlanej	
	SPRAWDZAJĄCY	mgr inż. Marcin Woliński upr. bud. nr LUB/0021/PWBKb/19 w specjalności konstrukcyjno-budowlanej	
	OPRACOWAŁ	mgr inż. Łukasz Wysokiński	

Lublin, 29 września 2022r.

ZAŁĄCZNIK DO OŚWIADCZENIA PROJEKTANTA

ZAKRES OPRACOWANIA:	FUNKCJA PROJEKTOWA:	IMIĘ I NAZWISKO PROJEKTANTA, NUMER UPRAWNIEŃ, SPECJALNOŚĆ:	PODPIS:
INSTALACJE SANITARNE:	PROJEKTANT	mgr inż. Patrycja Mysiak upr. bud. nr LUB/0053/PBS/18 w specjalności instalacyjnej	
	SPRAWDZAJĄCY	mgr inż. Jarosław Mysiak upr. bud. nr LUB/0055/PBS/17 w specjalności instalacyjnej	
INSTALACJE ELEKTRYCZNE	PROJEKTANT	mgr inż. Marcin Sokołowski upr. bud. nr LUB/0213/P00E/11 w specjalności instalacyjnej	
	SPRAWDZAJĄCY	mgr inż. Tomasz Bodzak upr. bud. nr LUB/0141/P00E/10 w specjalności instalacyjnej	

Lublin, 29 września 2022r.

TOM II

SPIS TREŚCI

PROJEKT TECHNICZNY:

1. OPIS KONSTRUKCJI
CZĘŚĆ RYSUNKOWA
2. INSTALACJE SANITARNE
3. INSTALACJE ELEKTRYCZNE

OPIS KONSTRUKCJI

DO PROJEKTU NADBUDOWY I PRZEBUDOWY BUDYNKU WIELOFUNKCYJNEGO KAT. VIII

1. DANE OGÓLNE:

1.1 Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest konstrukcja budynku wielofunkcyjnego, piętrowego, nie podpiwniczonego. Budynek zlokalizowany jest na działce nr 499/3, 500/3, Niedźwiada-Kolonia, gm. Niedźwiada. Konstrukcja ścian murowana. Nadproża, wieńce, i trzpienie żelbetowe monolityczne. Stropy żelbetowe typu Teriva. Dach nad istniejącą częścią, dwuspadowy nad częścią, nadbudowywaną, jednospadowy w konstrukcji krokwiowo-płatwiowej. Budynek posadowiony na ławach fundamentowych.

Wszystkie elementy wymiarowano w oparciu o metodę stanów granicznych nośności a elementy zginane dodatkowo w oparciu o metodę stanów granicznych użytkowania. Przekroje i zbrojenie elementów konstrukcyjnych przyjąć zgodnie z obliczeniami statycznymi i rysunkami konstrukcyjnymi. W niniejszym opracowaniu przedstawiono jedynie podstawowe wyniki obliczeń. Wyniki szczegółowe zostały zarchiwizowane i dostępne są w biurze projektanta konstrukcji.

2. PODSTAWY PRAWNE WYKONANYCH OBLICZEŃ:

PN-EN-1990. Eurokod 0. Podstawy projektowania konstrukcji.

PN-EN-1991-1-1. Eurokod 1. Oddziaływania na konstrukcję. Oddziaływania ogólne. Ciężar objętościowy, ciężar własny, obciążenia użytkowe w budynkach.

PN-EN-1991-1-3. Eurokod 1. Oddziaływania na konstrukcję. Oddziaływania ogólne. Obciążenie śniegiem.

PN-EN-1991-1-4. Eurokod 1. Oddziaływania na konstrukcję. Oddziaływania ogólne. Oddziaływania wiatru.

PN-EN 1992-1-1. Eurokod 2. Projektowanie konstrukcji z betonu. Reguły ogólne i reguły dla budynków.

PN-EN 1993-1-1. Eurokod 3. Projektowanie konstrukcji stalowych. Reguły ogólne i reguły dla budynków.

PN-EN 1993-1-8. Eurokod 3. Projektowanie konstrukcji stalowych. Projektowanie węzłów.

PN-EN 1995-1-1. Eurokod 5. Projektowanie konstrukcji drewnianych. Reguły ogólne i reguły dotyczące budynków.

PN-EN 1996-1-1. Eurokod 6. Projektowanie konstrukcji murowych. Reguły ogólne dla zbrojonych i niezbrojonych konstrukcji murowych.

PN-EN 1996-2. Eurokod 6. Wymagania projektowe, dobór materiałów i wykonanie murów.

PN-EN 1996-3. Eurokod 6. Uprozczone metody obliczania murowych konstrukcji niezbrojonych.

PN-EN 1997-1. Eurokod 7. Projektowanie geotechniczne. Zasady ogólne.

PN-EN 1997-2. Eurokod 7. Projektowanie geotechniczne. Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego.

3. DANE MATERIAŁOWE:

3.1 Beton

Beton konstrukcyjny C20/25.

Beton podkładowy C8/10.

3.2 Stal zbrojeniowa

Zbrojenie główne – AIIIIN (# – żebrowana RB500W) o średnicy 12mm.

Zbrojenie rozdzielcze – A0 (Ø – gładka St0S-b) o średnicy 6mm.

Otulina prętów w fundamentach min. 5cm. Otulina zbrojenia min. 2,5cm.

3.3 Elementy murowe

Ściany zewnętrzne kondygnacji nadziemnych grubości 24cm zaprojektowano z bloczków betonu komórkowego odmiany 600, na cienkospoinowej zaprawie systemowej. Zaleca się zastosować zbrojenie w ostatniej spoinie pod oknami pietra np. Murfor.

Ściany fundamentowe grubości 24cm zaprojektowano z bloczków betonowych o wytrzymałości 10MPa murowanych na zaprawie cementowej klasy M5.

Kategoria wykonania robót murowych – A. Kategoria elementów murowych – I.

3.4 Elementy drewniane

Drewno konstrukcyjne klasy C24 o wilgotności nie wyższej niż 18%. Łączenia elementów drewnianych wykonać za pomocą: gwoździ 3,1x90, wkrętów talerzowych typu

„Spax”, blach perforowanych. Wszystkie elementy drewniane poddane zostaną impregnacji środkami ogniochronnymi, dającymi co najmniej niezapałność i zapewniającymi nierozprzestrzenianie ognia oraz preparatami zabezpieczającymi przed korozją biologiczną i szkodnikami technicznymi drewna.

4. WARUNKI GRUNTOWO – WODNE

W podłożu gruntowym w poziomie posadowienia obiektu zalegają grunty jednorodne, zalegające poziomo – warunki gruntowe zostały określone w opinii geotechnicznej. Głębokość przemarzania gruntu wynosi $h_z = 1,0\text{m}$. Poziom wody gruntowej występuje poniżej poziomu posadowienia ław fundamentowych. Warunki gruntowe proste. Projektowany obiekt należy zaliczyć do I kategorii geotechnicznej. W przypadku stwierdzenia podczas budowy innych warunków gruntowych od powyższych, należy powiadomić projektanta.

5. OPIS SZCZEGÓŁOWY ELEMENTÓW KONSTRUKCYJNYCH

5.1 Fundamenty

Stopy fundamentowe z betonu C20/25 o wysokości 40cm i szerokościach jak pokazano na rysunku rzutu fundamentów, oparte na gruncie o nienaruszonej strukturze za pośrednictwem warstwy betonu podkładowego grubości 10cm. Konstrukcyjnie stóp fundamentowych zbrojone będą prętami stalowymi #12mm, zbrojenie rozdzielcze – strzemiona $\phi 6\text{mm}$ w rozstawie co 15cm. Stopy fundamentowe posadowione będą na głębokości minimum 1,0m poniżej poziomu terenu. Ze stóp fundamentowych należy wypuścić pręty startowe słupów oraz schodów żelbetowych. Przed wystąpieniem temperatur ujemnych wykonać zasypki fundamentu do projektowanego poziomu terenu. Zasypki wykonywać równomiernie z dwóch stron ściany. Zasypki wewnętrzne wykonać z pospółki różnoziarnistej zagęszczanej warstwami grubości 30cm do $Is > 0,98$. Zasypki zewnętrzne wykonać gruntem rodzimym – spoistym z zagęszczaniem przez ubijanie. Stopy fundamentowe wykonać na gruncie nośnym, rodzimym. Nie przegłębiać dna wykopu, nie dopuścić do dodatkowego nawodnienia gruntu, ewentualne przewarstwienia gruntu nienośnego wybrać i zastąpić betonem podkładowym.

5.2 Podłoga na gruncie

Zaprojektowano podłogę na gruncie z betonu podkładowego C8/10 gr. min 10cm. Warstwy izolacyjne i wykończeniowe podłogi wg projektu architektonicznego. Z podłoża

należy usnąć wierzchnią warstwę gruntu – humus oraz grunt rodzimy do głębokości strefy przemarzania. Wykop należy zasypywać warstwami pospółki różnoziarnistej o grubości max 30cm i zagęszczać. Wszystkie warstwy należy zagęszczać do uzyskania wskaźnika zagęszczenia $Is > 0,98$.

5.3 Wieńce

Wieńce żelbetowe. Zbrojenie główne prętami #12, strzemiona $\phi 6$ mm co 25cm. Przekroje i zbrojenie przyjąć zgodnie z rysunkami szczegółów konstrukcyjnych. Narożniki wieńców oraz miejsca połączeń z podciągami dozbroić.

5.4 Nadproża i podciagi monolityczne oraz nadproża stalowe.

Geometrię oraz zbrojenie nadproży i podciągów żelbetowych monolitycznych przyjąć zgodnie z rysunkami. Nadproża stalowe przyjąć zgodnie z rysunkami. Oparcie nadproży na murze minimum 25cm. Pod oparciem nadproży i podciągów na ścianach konstrukcyjnych z betonu komórkowego wykonać przemurowanie z warstwy cegły ceramicznej pełnej.

5.5 Słupy żelbetowe monolityczne

Podczas murowania ścian wykonać sztraby dla słupów. Przekroje i zbrojenie przyjąć zgodnie z rysunkami.

5.6 Schody

Schody żelbetowe, płytowe grubość płyty 16cm i 18cm. Geometria i zbrojenie przyjąć zgodnie z rysunkami.

5.7 Strop

Nad parterem zaprojektowano prefabrykowany, żelbetowy strop gęstożebrowy typu Teriva 4,0/1, grubość płyty stropowej – 24cm, rozstaw belek stropowych – 60cm, rozpiętości belek wg rzutu stropu. Żebra rozdzielcze wykonać należy tak jak pokazano w części rysunkowej, zbrojenie żebra 2 #12mm, zbrojenie rozdzielcze – strzemiona $\phi 6$ mm w rozstawie co 60cm. Minimalne oparcie belek stropowych na podporze wynosi 8cm. W strefie podporowej stosować siatki zbrojeniowe zgodnie z wytycznymi producenta. W stropie przewidziano uzupełnienia w postaci płyt żelbetowych monolitycznych. Zbrojenie płyt zgodnie z rysunkami. Obliczenia stropu Teriva wykonano na podstawie instrukcji firmy Inwenta Sp. z o.o.: Jarmontowicz R., Sieczkowski J.. *Stropy Teriva – projektowanie i wykonanie. Wydanie IV.* Warszawa 2010.

5.8 Nadproża prefabrykowane

Nad otworami drzwiowymi w ścianach działowych projektuje się prefabrykowane nadproża strunobetonowe o przekroju 11,5x7,2cm i długości 110cm.

5.8 Konstrukcja drewniana

Wieżba dachowa zaprojektowana z drewna klasy C24 w konstrukcji płatwiowo-krokwiowej. Dach jednospadowy o nachyleniu połaci pod kątem 8°. Przekroje elementów drewnianych przyjąć zgodnie z rysunkami konstrukcyjnymi. Murtaty kotwić do rdzeni kotwami $\varnothing 16\text{mm}$ w rozstawie co około 1,50m. Krokwie obsadzić na murtatach za pośrednictwem siodełka ciesielskiego oraz dodatkowo zastosować złącza kątowe 2x ABR100.

6. UWAGI

Materiały użyte do prac budowlanych i wykończeniowych powinny posiadać odpowiednie badania i certyfikaty dopuszczeniu do stosowania w budownictwie. Wszystkie prace budowlane i montażowe należy prowadzić zgodnie z zasadami technicznej wiedzy budowlanej, w oparciu o niniejszy projekt budowlany, obowiązujące normy i przepisy ustawy Prawo budowlane.

PROJEKTANT

Stanisław Oniszczyk

upr. bud. nr 32/Lb/75, 1225/Lb/80, 2410/Lb/94

w specjalności konstrukcyjno-budowlanej

SPRAWDZAJĄCY

Marcin Woliński

upr. bud. nr LUB/0021/PWBKb/19

w specjalności konstrukcyjno-budowlanej

**OBLICZENIA STATYCZNO-WYTRZYMAŁOŚCIOWE NADBUDOWY I
PRZEBUDOWY BUDYNKU WIELOFUNKCYJNEGO KAT VIII**

Adres inwestycji: Dz. Nr. 499/3, 500/3, Gmina Niedźwiada, obręb 10 –
Niedźwiada Kolonia

Inwestor: Gmina Niedźwiada

Projektant: Stanisław Oniszczyk

upr. bud. nr 32/Lb/75

upr. bud nr 1125/Lb/80

upr. bud. nr 2410/Lb/94

Sprawdzający: mgr inż. Marcin Woliński

upr. bud. nr LUB/0221/PWBKb/19

Asystent projektanta: mgr inż. Łukasz Wysokiński

Spis zawartości

1.	Przedmiot cel i zakres opracowania	3
2.	Normy i publikacje przyjęte do obliczeń	3
3.	Założenia do obliczeń	3
4.	Zestawienie obciążeń	4
4.1.	Obciążenia stałe.....	4
4.2.	Obciążenie śniegiem.....	6
4.3.	Obciążenie wiatrem.....	7
4.4.	Obciążenia zmienne	9
5.	Więźba dachowa – obliczenia statyczne	9
5.1.	Wiązar.....	9
5.2.	Wymiarowanie krokwi.....	11
5.3.	Płatew.....	13
5.4.	Belka stalowa.....	16
6.	Strop Teriva 4.0/1 – obliczenia statyczne.....	19
6.1.	Obliczenia stropu.....	19

1. Przedmiot cel i zakres opracowania

Przedmiotem opracowania jest rozbudowa budynku wielofunkcyjnego, celem opracowania są obliczenia statyczne głównych elementów konstrukcji. Zakres opracowania obejmuje obliczenia i wymiarowanie podstawowych elementów konstrukcyjnych budynku.

2. Normy i publikacje przyjęte do obliczeń

- PN-EN 1990:2004 Eurokod 0: Podstawy projektowania konstrukcji.
- PN-EN 1991-1-1:2004 Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-1: Oddziaływania ogólne. Ciężar objętościowy, ciężar własny, obciążenia użytkowe w budynkach.
- PN-EN 1991-1-3:2005 Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-3: Oddziaływania ogólne. Obciążenie śniegiem.
- PN-EN 1991-1-4:2008 Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-4: Oddziaływania ogólne. Oddziaływania wiatru.
- PN-EN 1995-1-1:2010 Eurokod 5: Projektowanie konstrukcji drewnianych. Część 1-1: Reguły ogólne i reguły budynków.
- PN-EN 1992-1-1:2008 Eurokod 2: Projektowanie konstrukcji z betonu. Część 1-1: Reguły ogólne i reguły dla budynków.
- PN-EN 1997-1:2008 Eurokod 7: Projektowanie geotechniczne. Część 1: Zasady ogólne.
- PN-81-B-03020: Posadowienie bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie.

3. Założenia do obliczeń

Konstrukcję dachu zaprojektowano jako płatwiową, w której obciążenia przekazywane są na płatwie za pośrednictwem krokwi, płatwie podparte są słupami. Stateczność i usztywnienie w płaszczyźnie wiązara zapewniają krokwie. Usztywnienie konstrukcji w kierunku podłużnym zapewnia płatew, dodatkowe usztywnienie powinno być zapewnione przez pełne deskowanie lub zastosowanie elementów usztywniających wiatrownic. W obliczeniach przyjęto, że w kierunku pionowym płatew jest podparta słupami, w kierunku poziomym rozpiętość obliczeniowa płatwi jest równa rozpiętości pomiędzy słupami. Ugięcie finalne płatwi tworzą składowe ugięcia w dwóch kierunkach. Połączenia płatwi powinny być wykonane w miejscach zerowania się momentów zginających. Wymiarowanie elementów przeprowadzono na podstawie polskich norm (Eurokodów). Wymiarowanie połączeń elementów nie jest przedmiotem niniejszego opracowania i powinno być zawarte w projekcie wykonawczym konstrukcji.

4. Zestawienie obciążeń

4.1. Obciążenia stałe

Dach ocieplony				
Warstwa	Grubość [m]	Ciężar [kN/m ³]	Obciążenie charakterystyczne [kN/m ²]	Obciążenie obliczeniowe $\gamma_f=1.35$ [kN/m ²]
Blacha na rąbek stojący	-	-	0,15	0,20
Płyta OSB/3	0,012	6,5	0,08	0,11
Kontrłaty 5x2,5cm	-	-	0,01	0,01
Membrana dachowa	-	-	-	-
Krokiew 8x18	-	-	-	-
Wełna mineralna gr. 25cm	0,25	1,2	0,30	0,41
Paroizolacja	-	-	-	-
Podkonstrukcja pod płyty	-	-	0,03	0,04
Płyty kartonowo-gipsowe	0,0125	19	0,24	0,32
		Σ	0,80	1,08

Strop podwieszany nad poddaszem				
Warstwa	Grubość [m]	Ciężar [kN/m ³]	Obciążenie charakterystyczne [kN/m ²]	Obciążenie obliczeniowe $\gamma_f=1.35$ [kN/m ²]
Płyta OSB	0,012	6,5	0,08	0,11
Wełna mineralna/kleszcze	0,25	2,0	0,50	0,68
Paroizolacja	-	-	-	-
Ruszt stalowy	-	-	0,01	0,01
Płyty kartonowo-gipsowe	0,012	19	0,23	0,31
		Σ	0,82	1,11

Strop nad parterem				
Warstwa	Grubość [m]	Ciężar [kN/m ³]	Obciążenie charakterystyczne [kN/m ²]	Obciążenie obliczeniowe $\gamma_f=1.35$ [kN/m ²]
Terakota na kleju	0.01	21	0.21	0.28
Podkład betonowy	0.06	24	1.44	1.94
Styropian EPS	0.10	0.45	0.05	0.06
Teriva 4.0/1			2.68	3.62
Tynk cementowo – wapienny	0.015	19	0.29	0.38
		Σ	4.66	6.29

Ściana zewnętrzna				
warstwa	Grubość [m]	Ciężar [kN/m ³]	Obciążenie charakterystyczne [kN/m ²]	Obciążenie obliczeniowe $\gamma_f=1.35$ [kN/m ²]
Tynk cienkowarstwowy na siatce	0,005	22	0,110	0,15
Styropian EPS	0,20	0,45	0,090	0,12
Beton komórkowy	0,24	6	1,440	1,94
Tynk gipsowy	0,015	18	0,270	0,36
		Σ	1,91	2,58

Posadzka parter				
warstwa	Grubość [m]	Ciężar [kN/m ³]	Obciążenie charakterystyczne [kN/m ²]	Obciążenie obliczeniowe $\gamma_f=1.35$ [kN/m ²]
Terakota	0,02	21	0,42	0,57
Folia paroizolacyjna	-	-	-	-
Podkład betonowy	0,06	24	1,44	1,94
Folia izolacyjna	-	-	-	-
Styropian EPS	0,15	0,45	0,07	0,09
Folia izolacyjna	-	-	-	-
Podkład betonowy	0,06	24	1,44	1,94
Podsypka z piasku zagęszczonego	0,30	10,5	3,15	4,25
		Σ	6,52	8,80

Ciężar własny elementów konstrukcji uwzględniono automatycznie w programie obliczeniowym.

4.2. Obciążenie śniegiem

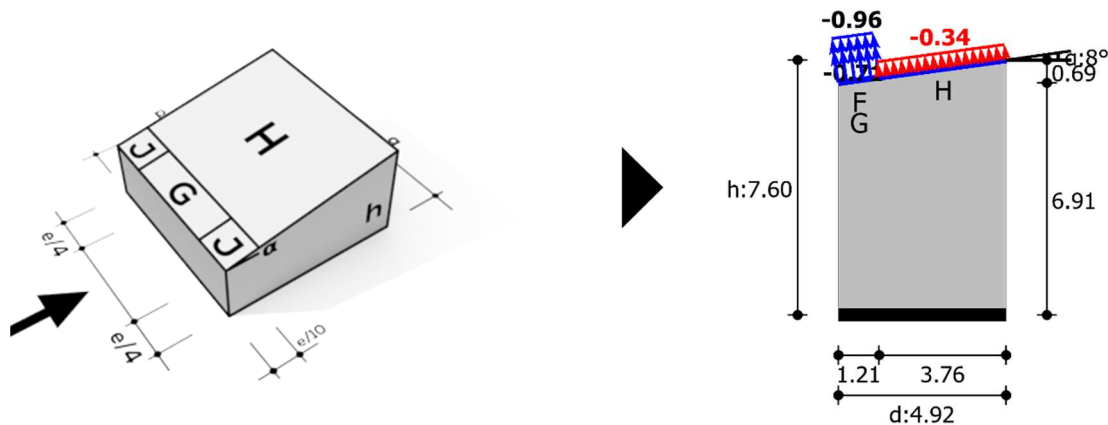
Lokalizacja: Niedźwiada, woj. Lubelskie – III strefa obciążenia śniegiem.

Typ: Obciążenie wiatrem

Opis: Dach jednopołaciowy ze spadkiem (pulpitowy), strefa obciążenia H (ssanie)

Współczynniki normowe: $+ \gamma = 1.50$; $\Psi_0 = 0.60$; $\Psi_1 = 0.20$

Widok oraz schemat obciążenia



Oznaczenia

$h = 7.6\text{m}$ $d = 4.92\text{m}$ $b = 12.0\text{m}$ $e = 12.0\text{m}$ $\alpha = 8.0^\circ$

Parametry obciążenia

Wybrana kategoria: Dach jednopołaciowy ze spadkiem (pulpitowy)

Strefa obciążenia wiatrem: 1

Wysokość n.p.m.: $A = 57.0\text{ m}$

Kategoria terenu: II

Kierunek wiatru: 0

Wartość współczynnika kierunkowego: $c_{dir} = 1.0$

Wartość współczynnika sezonowego: $c_{season} = 1.0$

Wartość współczynnika orografii: $c_o = 1.0$

Wysokość odniesienia przyjęta jako całkowita wysokość budynku.

Wysokość odniesienia: $z_e = 7.6\text{m}$

Wartość współczynnika konstrukcyjnego: $c_{scd} = 1.0$

Obliczany element: $A > 10\text{ m}^2 \rightarrow c_{pe} = -0.51$

Powierzchnia nawietrzna: na najniższą ścianę

Obciążenie charakterystyczne

Przypadek obciążenia: strefa obciążenia H (ssanie)

Podstawowa bazowa prędkość wiatru: $v_{b,o} = 22.00\text{ m/s}$

Intensywność turbulencji: $I_v = 0.199$

Współczynnik chropowatości: $c_r = 0.954$

Wartość szczytowa ciśnienia prędkości wiatru: $q_p = (1 + 7 \cdot I_v) \cdot 0.5 \cdot \rho \cdot (c_r \cdot c_o \cdot c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,o})^2$

$q_p = (1 + 7 \cdot 0.199) \cdot 0.5 \cdot 1.25 \cdot (0.954 \cdot 1.00 \cdot 1.00 \cdot 1.00 \cdot 22.00)^2 = 0.659\text{kPa}$

Wartość oddziaływania: $s = c_{scd} \cdot c_{pe} \cdot q_p = -0.34 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

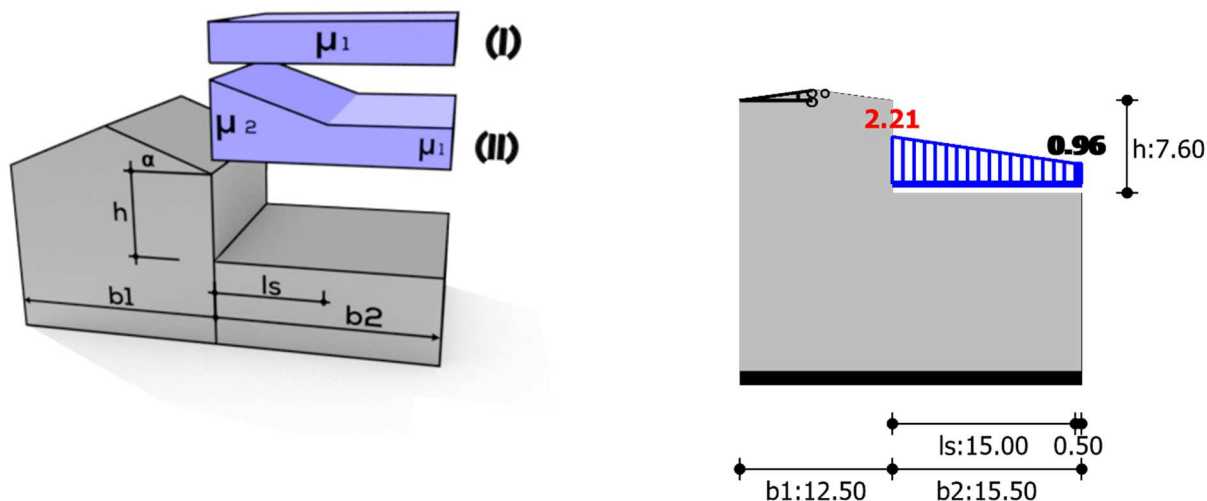
Do dalszych obliczeń przyjęto: -0.34 kN/m^2 (Zalecana)

Typ: Obciążenie śniegiem

Opis: Dach płaski sąsiadujący z wyższym budynkiem, Obciążenie przy dachu bliskim lub przylegającym

Współczynniki normowe: $+ \gamma = 1.50$; $\Psi_0 = 0.50$; $\Psi_1 = 0.20$; $\Psi_2 = 0.20$

Widok oraz schemat obciążenia



Oznaczenia

$h = 7.6 \text{ m}$ $b_1 = 12.5 \text{ m}$ $b_2 = 15.5 \text{ m}$ $\alpha = 8.0^\circ$ $l_s = 1.0 \text{ m}$

Parametry obciążenia

Wybrana kategoria: Dach płaski sąsiadujący z wyższym budynkiem

Wartość charakterystyczna obciążenia śniegiem gruntu (wg. tablicy NB.1) dla strefy: 3

$$s_k = 1.2 = 1.2 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Współczynnik termiczny $\rightarrow C_t = 1.0$ (dach o niskim współczynniku przenikania ciepła)

Współczynnik ekspozycji $\rightarrow C_e = 1.0$ (teren: z umiarkowanymi przeszkodami)

Warunki lokalizacyjne: wyjątkowe (przypadek B2)

Sytuacja obliczeniowa: trwała/przejściowa $\rightarrow C_{esl} = 1.0$

Obciążenie charakterystyczne

Przypadek obciążenia: Obciążenie przy dachu bliskim lub przylegającym

$$\text{Wartość obciążenia charakterystycznego: } s = \mu \cdot C_e \cdot C_t \cdot C_{esl} \cdot s_k = 1.842 \cdot 1.00 \cdot 1.000 \cdot 1.00 \cdot 1.200 = 2.211 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Do dalszych obliczeń przyjęto: 2.21 kN/m^2 (Zalecana)

4.3. Obciążenie wiatrem

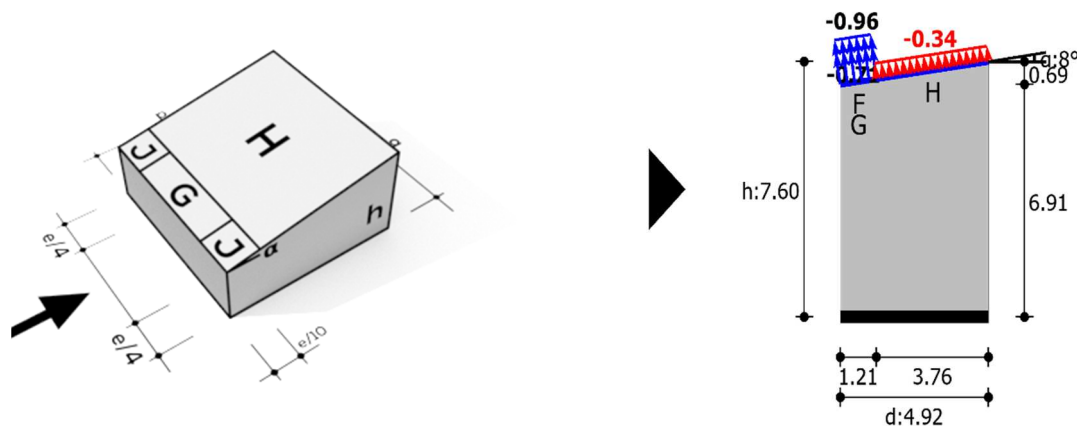
Lokalizacja: Niedźwiada, woj. Lubelskie – I strefa obciążenia wiatrem.

Typ: Obciążenie wiatrem

Opis: Dach jednopołaciowy ze spadkiem (pulpitowy), strefa obciążenia H (ssanie)

Współczynniki normowe: $+ \gamma = 1.50$; $\Psi_0 = 0.60$; $\Psi_1 = 0.20$

Widok oraz schemat obciążenia



Oznaczenia

$h = 7.6\text{m}$ $d = 4.92\text{m}$ $b = 12.0\text{m}$ $e = 12.0\text{m}$ $\alpha = 8.0^\circ$

Parametry obciążenia

Wybrana kategoria: Dach jednopołaciowy ze spadkiem (pulpitowy)

Strefa obciążenia wiatrem: 1

Wysokość n.p.m.: $A = 57.0\text{ m}$

Kategoria terenu: II

Kierunek wiatru: 0

Wartość współczynnika kierunkowego: $c_{dir} = 1.0$

Wartość współczynnika sezonowego: $c_{season} = 1.0$

Wartość współczynnika orografii: $c_o = 1.0$

Wysokość odniesienia przyjęta jako całkowita wysokość budynku.

Wysokość odniesienia: $z_e = 7.6\text{m}$

Wartość współczynnika konstrukcyjnego: $c_s c_d = 1.0$

Obliczany element: $A > 10\text{ m}^2 \rightarrow c_{pe} = -0.51$

Powierzchnia wewnętrzna: na najniższą ścianę

Obciążenie charakterystyczne

Przypadek obciążenia: strefa obciążenia H (ssanie)

Podstawowa bazowa prędkość wiatru: $v_{b,o} = 22.00\text{ m/s}$

Intensywność turbulencji: $I_v = 0.199$

Współczynnik chropowatości: $c_r = 0.954$

Wartość szczytowa ciśnienia prędkości wiatru: $q_p = (1 + 7 \cdot I_v) \cdot 0.5 \cdot \rho \cdot (c_r \cdot c_o \cdot c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,o})^2$

$q_p = (1 + 7 \cdot 0.199) \cdot 0.5 \cdot 1.25 \cdot (0.954 \cdot 1.00 \cdot 1.00 \cdot 1.00 \cdot 22.00)^2 = 0.659\text{ kPa}$

Wartość oddziaływania: $s = c_s c_d \cdot c_{pe} \cdot q_p = -0.34 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

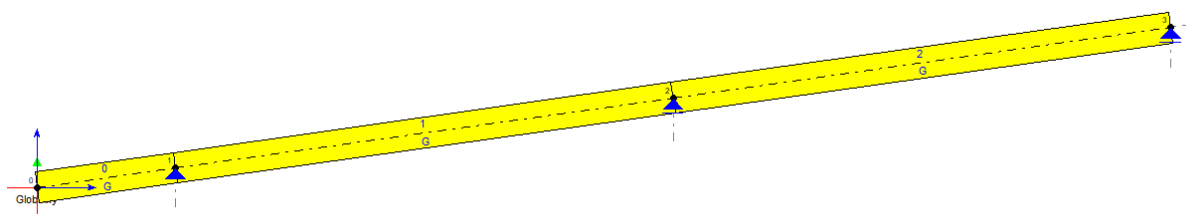
Do dalszych obliczeń przyjęto: -0.34 kN/m^2 (Zalecana)

4.4. Obciążenia zmienne

Rodzaj powierzchni	Obciążenie charakterystyczne $\frac{kN}{m^2}$	Współczynnik obliczeniowy γ_f	Obciążenie obliczeniowe $\frac{kN}{m^2}$
Obciążenie zmienne stropów – kategoria A powierzchnie mieszkalne + obciążenie zastępcze od ścianek działowych	2,00	1,50	3,00
Dachy bez dostępu z wyjątkiem napraw	0,40	1,50	0,60

5. Więźba dachowa – obliczenia statyczne

5.1. Wiązar

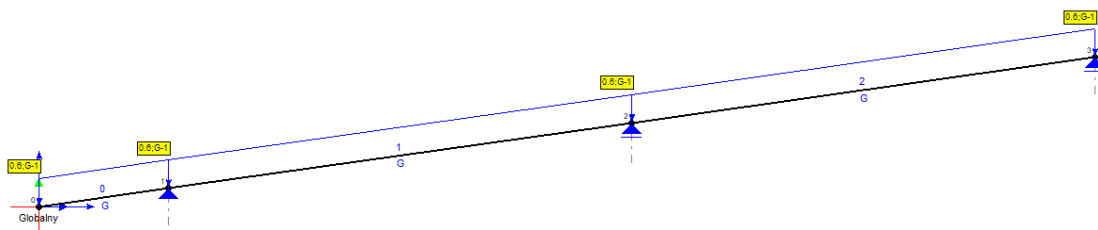


Rysunek 1. Schemat statyczny

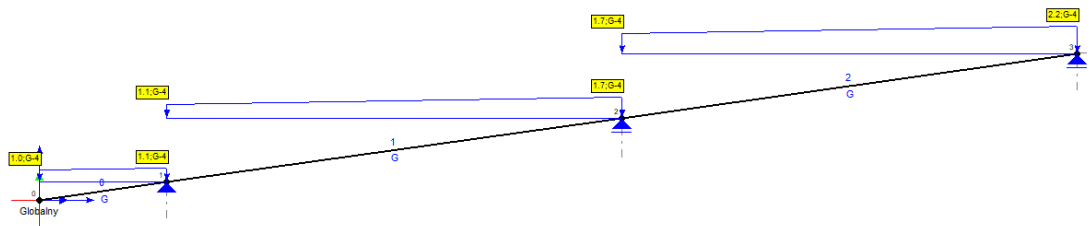
Klasa drewna	f_{mk} [MPa]	$f_{c,k}$ [MPa]	$f_{v,k}$ [MPa]	$E_{o,mean}$ [GPa]	$E_{0.05}$ [GPa]	G_{mean} [GPa]	ρ $\left[\frac{kg}{m^3}\right]$
C24	24	21	2,5	11	7.4	0,69	350

Obciążenia:

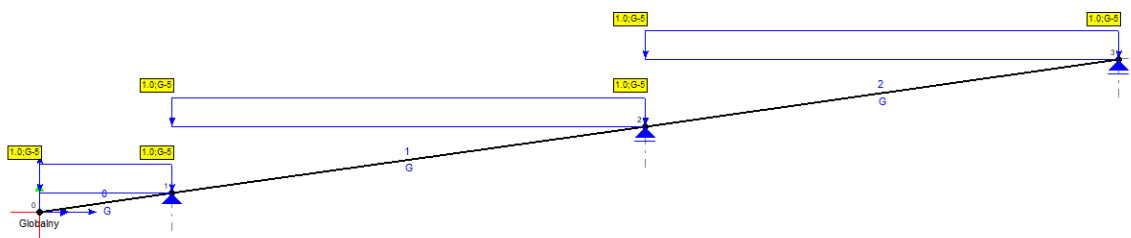
Przyjęto rozstaw krokwi 1,0m.



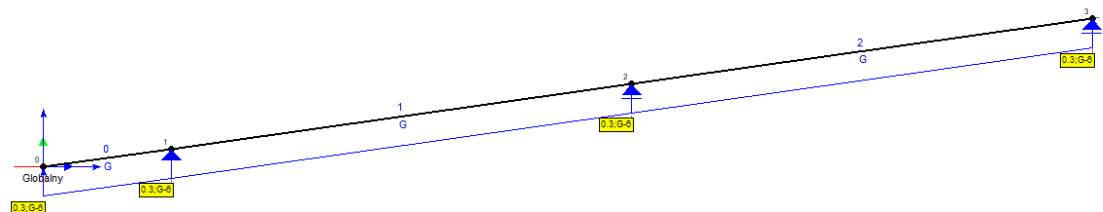
Rysunek 2. Obciążenia stałe G.



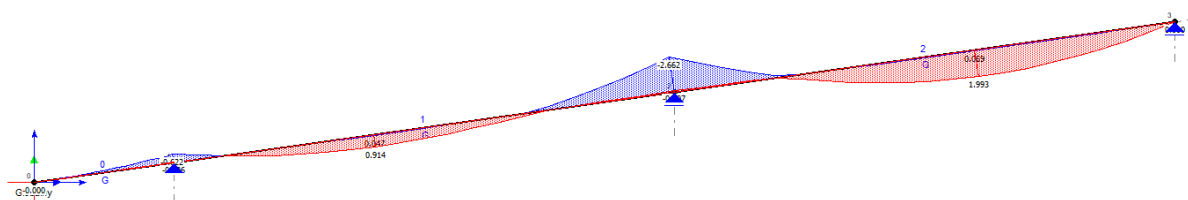
Rysunek 3. Obciążenie śniegiem S1.



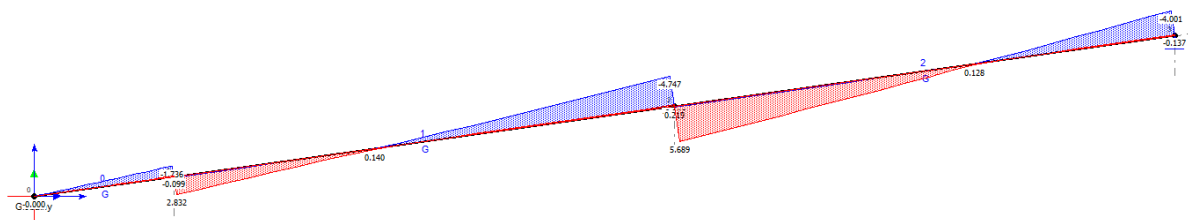
Rysunek 4. Obciążenie śniegiem S2.



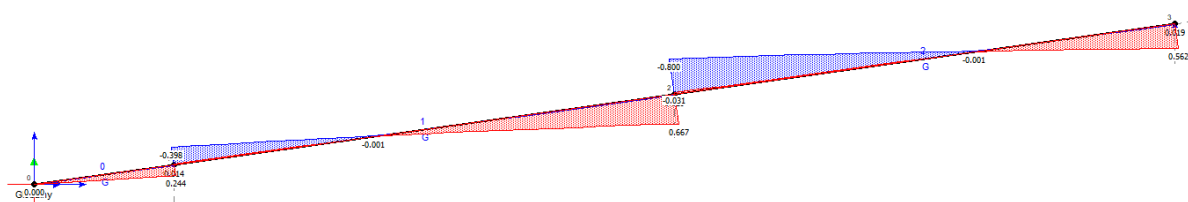
Rysunek 5. Obciążenie wiatrem W1.



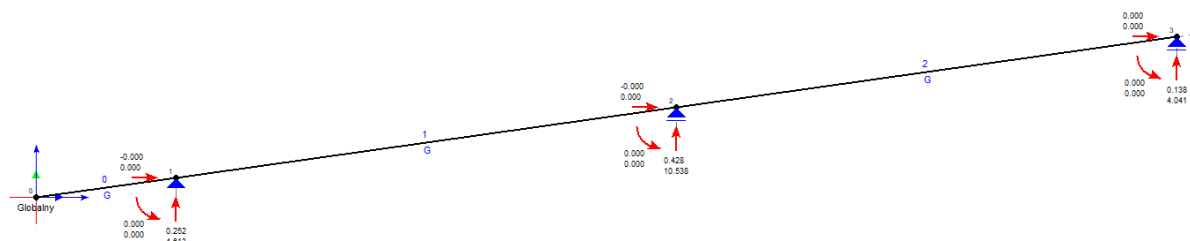
Rysunek 7. Momenty zginające SGN



Rysunek 8. Siły tnące SGN



Rysunek 9 Siły normalne SGN



Rysunek 10. Maksymalne reakcje SGN

5.2. Wymiarowanie krokwi

Wyniki dla elementu

Całkowite wyężenie elementu: 81%

Rozciąganie: 1 %

Ściskanie: 1 %

Ścinanie: 45 %

Zginanie: 80 %

Zginanie z rozciąganiem: 81 %

Zginanie ze ściskaniem: 21 %

Smukłość: 0 %

Ugięcia: 13 %

Wyniki szczegółowe

Parametry materiałowe

Klasa użytkowania konstrukcji: 1

→ $k_{mod} = 0.7$

Klasa trwania obciążenia dla SGN: Długotrwałe

Wartości charakterystyczne właściwości materiału (C 18):

$$f_{m,k} = 18.0 \text{ MPa}$$

$$f_{t,0,k} = 11.0 \text{ MPa}$$

$$f_{t,90,k} = 0.4 \text{ MPa}$$

$$f_{c,0,k} = 18.0 \text{ MPa}$$

$$f_{c,90,k} = 2.2 \text{ MPa}$$

$$f_{v,k} = 3.4 \text{ MPa}$$

$$E_{0,mean} = 9.0 \text{ GPa}$$

$$E_{0,05} = 6.0 \text{ GPa}$$

$$E_{90,mean} = 0.30 \text{ GPa}$$

$$G_{mean} = 0.56 \text{ GPa}$$

$$G_{0,05} = E_{0,05} / E_{0,mean} \cdot G_{mean} = 0.37 \text{ GPa}$$

$$\rho_k = 320.0 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\rho_{mean} = 380.0 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

Rozciąganie (0.8 %)

Przekrój: $x/L=1.000$, $L=2.61\text{m}$; Kombinacja: $\max N (+1, +4,)$

Pole przekroju: $A_{brutto} = 128.0\text{cm}^2$, $A_{netto} = 128.0\text{cm}^2$

Nośność elementu przy rozciąganiu równoległym do włókien:

$$\sigma_{t,0,d} = \frac{N}{A_n} = \frac{0.7 \cdot 1e3}{128.0 \cdot 1e2} = 0.05 \text{ MPa} < 5.9 \text{ MPa} = \frac{1.134 \cdot 11.0 \cdot 0.70}{1.3} = \frac{k_h f_{t,0,k} k_{mod}}{\gamma_M}$$

Ściskanie (1.4 %)

Przekrój: $x/L=0.000$, $L=0.00\text{m}$; Kombinacja: $\min N (+1, +K2, +K3, +4,)$

Pole przekroju: $A_{brutto} = 128.0\text{cm}^2$, $A_d = A_n = 128.0\text{cm}^2$

Długości wyboczeniowe dla wyboczenia w płaszczyznach osi głównych przekroju:

- w płaszczyźnie Y-Y: $l_{c,y} = \mu_y l_y = 1.000 \cdot 2.610 = 2.610\text{m}$

- w płaszczyźnie Z-Z: $l_{c,z} = \mu_z l_z = 1.000 \cdot 2.610 = 2.610\text{m}$

Wpływ wyboczenia:

$$\lambda_y = \frac{l_{c,y}}{i_y} = \frac{261.0}{4.619} = 56.5, \lambda_z = \frac{l_{c,z}}{i_z} = \frac{261.0}{2.309} = 113.0$$

$$\sigma_{c,crit,y} = \pi^2 E_{0,05} / \lambda_y^2 = \pi^2 \cdot 6000.0 / 56.5^2 = 18.5$$

$$\sigma_{c,crit,z} = \pi^2 E_{0,05} / \lambda_z^2 = \pi^2 \cdot 6000.0 / 113.0^2 = 4.6$$

$$\lambda_{rel,y} = \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{\sigma_{c,crit,y}}} = \sqrt{\frac{18.0}{18.5}} = 0.985$$

$$\lambda_{rel,z} = \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{\sigma_{c,crit,z}}} = \sqrt{\frac{18.0}{4.6}} = 1.971$$

$$k_y = 0.5[1 + \beta_c(\lambda_{rel,y} - 0.3) + \lambda_{rel,y}^2] = 0.5[1 + 0.2(0.985 - 0.3) + 0.985^2] = 1.054$$

$$k_z = 0.5[1 + \beta_c(\lambda_{rel,z} - 0.3) + \lambda_{rel,z}^2] = 0.5[1 + 0.2(1.971 - 0.3) + 1.971^2] = 2.609$$

$$k_{c,y} = \min\left[1/\left(k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}\right), 1.0\right] = \min\left[1/(1.054 + \sqrt{1.054^2 - 0.985^2}), 1.0\right] = 0.700$$

$$k_{c,z} = \min\left[1/\left(k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}\right), 1.0\right] = \min\left[1/(2.609 + \sqrt{2.609^2 - 1.971^2}), 1.0\right] = 0.232$$

$$k_c = \min(k_{c,y}, k_{c,z}) = 0.232$$

Nośność elementu przy ściskaniu równoległym do włókien:

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N}{k_c A_d} = \frac{0.4 \cdot 10^3}{0.232 \cdot 128.0 \cdot 10^2} = 0.13 \text{ MPa} < 9.7 \text{ MPa} = \frac{18.0 \cdot 0.70}{1.3} = \frac{f_{c,0,k} k_{mod}}{\gamma_M}$$

Ścinanie (45.4 %)

Przekrój: $x/L=1.000$, $L=2.61\text{m}$; Kombinacja: $\max N (+1, +4,)$

Ścinanie po kierunku osi głównej Z-Z

$$\tau_{d,z} = 1.5 \frac{T_z}{k_{cr} A} = 1.5 \frac{4.7 \cdot 10^3}{0.67 \cdot 128.0 \cdot 10^2} = 0.83 \text{ MPa} < 1.83 \text{ MPa} = \frac{3.4 \cdot 0.70}{1.3} = \frac{f_{v,k} k_{mod}}{\gamma_M}$$

Ścinanie po kierunku osi głównej Y-Y

$$\tau_{d,y} = 1.5 \frac{T_y}{k_{cr} A} = 1.5 \frac{0.0 \cdot 10^3}{0.67 \cdot 128.0 \cdot 10^2} = 0.00 \text{ MPa} < 1.83 \text{ MPa} = \frac{3.4 \cdot 0.70}{1.3} = \frac{f_{v,k} k_{mod}}{\gamma_M}$$

Ścinanie wypadkowe

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{d,z}^2 + \tau_{d,y}^2} = \sqrt{0.83^2 + 0.00^2} = 0.83 \text{ MPa} < 1.83 \text{ MPa} = \frac{3.4 \cdot 0.70}{1.3} = \frac{f_{v,k} k_{mod}}{\gamma_M}$$

Zginanie (80.5 %)

Przekrój: $x/L=1.000$, $L=2.61\text{m}$; Kombinacja: $\max N (+1, +4,)$

Napężenia od momentów zginających:

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_y}{W_y} = \frac{2.7 \cdot 10^5}{341.3 \cdot 10^2} = 7.80 \text{ MPa}, \quad \sigma_{m,z,d} = \frac{M_z}{W_z} = \frac{0.0 \cdot 10^5}{170.7 \cdot 10^2} = 0.00 \text{ MPa}$$

Nośność elementu przy zginaniu:

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{k_{h,y} f_{m,k} k_{mod}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{k_{h,z} f_{m,k} k_{mod}} = \frac{7.80}{\frac{1.000 \cdot 18.0 \cdot 0.7}{1.3}} + 0.7 \frac{0.00}{\frac{1.134 \cdot 18.0 \cdot 0.7}{1.3}} = 0.80 < 1.0$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{k_{h,y} f_{m,k} k_{mod}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{k_{h,z} f_{m,k} k_{mod}} = 0.7 \frac{7.80}{\frac{1.000 \cdot 18.0 \cdot 0.7}{1.3}} + \frac{0.00}{\frac{1.134 \cdot 18.0 \cdot 0.7}{1.3}} = 0.56 < 1.0$$

Dla belki wolnopodpartej ze stałym momentem oraz obciążenia przyłożonego do krawędzi ściskanej przyjęto, że długość obliczeniowa wynosi:

$$l_{ef} = 1.000 \cdot 2.61 + 2 \cdot 0.16 = 2.93 \text{ m},$$

a napężenia krytyczne, smukłość porównawcza oraz współczynnik zwichrzenia odpowiednio:

$$\sigma_{m,crit} = \frac{0.78 b^2}{h l_{ef}} E_{0,05} = \frac{0.78 \cdot 80.0^2}{160.0 \cdot 2930.4} 6000.0 = 63.9 \text{ MPa},$$

$$\lambda_{m,rel} = \sqrt{\frac{k_{h,y} f_{m,k}}{\sigma_{m,crit}}} = \sqrt{\frac{1.000 \cdot 18.0}{63.9}} = 0.531,$$

$$k_{crit} = 1.000.$$

Stateczność elementu przy zginaniu:

$$\sigma_{m,d} = 7.80 \text{ MPa} < 9.69 \text{ MPa} = k_{crit} \frac{k_{mod} k_{h,y} f_{m,k}}{\gamma_M} = 1.000 \frac{0.7 \cdot 1.000 \cdot 18.0}{1.3}$$

Zginanie z rozciąganiem (81.2 %)

Przekrój: $x/L=1.000$, $L=2.61\text{m}$; Kombinacja: $\max N (+1, +4,)$

Napężenia od siły podłużnej oraz momentów zginających:

$$\sigma_{t,0,d} = \frac{N}{A} = \frac{0.7 \cdot 10^3}{128.0 \cdot 10^2} = 0.05 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_y}{W_y} = \frac{2.7 \cdot 10^5}{341.3 \cdot 10^2} = 7.80 \text{ MPa}, \quad \sigma_{m,z,d} = \frac{M_z}{W_z} = \frac{0.0 \cdot 10^5}{170.7 \cdot 10^2} = 0.00 \text{ MPa}$$

Nośność elementu przy zginaniu i rozciąganiu:

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{k_{h,t,0,k}k_{mod}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{k_{h,y,f,m,k}k_{mod}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{k_{h,z,f,m,k}k_{mod}} = \dots$$

$$\dots = \frac{0.05}{\frac{1.134 \cdot 11.0 \cdot 0.7}{1.3}} + \frac{7.80}{\frac{1.000 \cdot 18.0 \cdot 0.7}{1.3}} + 0.7 \frac{0.00}{\frac{1.134 \cdot 18.0 \cdot 0.7}{1.3}} = 0.81 < 1.0$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{k_{h,t,0,k}k_{mod}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{k_{h,y,f,m,k}k_{mod}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{k_{h,z,f,m,k}k_{mod}} = \dots$$

$$\dots = \frac{0.05}{\frac{1.134 \cdot 11.0 \cdot 0.7}{1.3}} + 0.7 \frac{7.80}{\frac{1.000 \cdot 18.0 \cdot 0.7}{1.3}} + \frac{0.00}{\frac{1.134 \cdot 18.0 \cdot 0.7}{1.3}} = 0.57 < 1.0$$

Zginanie ze ściskaniem (20.7 %)

Przekrój: $x/L=0.250$, $L=0.65m$; Kombinacja: $\max M_x (+1,+4,)$

Naprężenia od siły podłużnej oraz momentów zginających:

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N}{A} = \frac{0.2 \cdot 1e3}{128.0 \cdot 1e2} = 0.01 \text{MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_y}{W_y} = \frac{0.7 \cdot 1e5}{341.3 \cdot 1e2} = 1.99 \text{MPa}, \quad \sigma_{m,z,d} = \frac{M_z}{W_z} = \frac{0.0 \cdot 1e5}{170.7 \cdot 1e2} = 0.00 \text{MPa}$$

Określenie wpływu wyboczenia:

$\lambda_{rel,max} = 2.0 > 0.3 \rightarrow$ należy uwzględnić wpływ wyboczenia

Nośność elementu przy zginaniu i ściskaniu:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} \frac{f_{c,0,k}}{Y_M}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{k_{h,y,f,m,k}k_{mod}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{k_{h,z,f,m,k}k_{mod}} < 1.0$$

$$\frac{0.01}{0.70 \frac{18.0 \cdot 0.7}{1.3}} + \frac{1.99}{\frac{1.000 \cdot 18.0 \cdot 0.7}{1.3}} + 0.7 \frac{0.00}{\frac{1.134 \cdot 18.0 \cdot 0.7}{1.3}} = 0.21 < 1.0$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \frac{f_{c,0,k}}{Y_M}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{k_{h,y,f,m,k}k_{mod}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{k_{h,z,f,m,k}k_{mod}} < 1.0$$

$$\frac{0.01}{0.23 \frac{18.0 \cdot 0.7}{1.3}} + 0.7 \frac{1.99}{\frac{1.000 \cdot 18.0 \cdot 0.7}{1.3}} + \frac{0.00}{\frac{1.134 \cdot 18.0 \cdot 0.7}{1.3}} = 0.15 < 1.0$$

$$\left(\frac{\sigma_{m,y,d}}{k_{crit} \frac{f_{m,k}}{Y_M}} \right)^2 + \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \frac{f_{c,0,k}}{Y_M}} = \left(\frac{1.99}{1.00 \frac{1.000 \cdot 18.0 \cdot 0.7}{1.3}} \right)^2 + \frac{0.01}{0.23 \frac{18.0 \cdot 0.7}{1.3}} = 0.05 < 1.0$$

Ugięcia (12.9 %)

Przekrój: $x/L=0.500$, $L=1.31m$; Kombinacja: $\text{ext } U (1,5,)$

Przemieszczenie w płaszczyźnie układu:

$$u_{z,fin,G} = \sum_{i=1..n} u_{z,inst,Gi} (1 + k_{def}) \left[1 + 19.2 \left(\frac{h}{L} \right)^2 \right] = 0.7 \text{mm obc. stałe: (1,)}$$

$$u_{z,fin,Q} = (u_{z,inst,Q1} + \sum_{i=2..n} u_{z,inst,Qi} \psi_{0,i}) \left[1 + 19.2 \left(\frac{h}{L} \right)^2 \right] = 0.6 \text{mm obc. zm: (5,)}$$

$$u_{z,fin,QS} = \sum_{i=1..n} u_{z,inst,Qi} \psi_{2,i} k_{def} \left[1 + 19.2 \left(\frac{h}{L} \right)^2 \right] = 0.0 \text{mm obc. zm (część stała): ()}$$

$$u_{z,fin} = u_{z,fin,G} + u_{z,fin,Q} + u_{z,fin,QS} = 1.4 \text{mm}$$

Przemieszczenie prostopadłe do pł. układu:

$$u_{y,fin,G} = \sum_{i=1..n} u_{y,inst,Gi} (1 + k_{def}) = -0.0 \text{mm obc. stałe: (1,)}$$

$$u_{y,fin,Q} = u_{y,inst,Q1} + \sum_{i=2..n} \psi_{0,i} u_{y,inst,Qi} = -0.0 \text{mm obc. zm: (5,)}$$

$$u_{y,fin,QS} = \sum_{i=1..n} k_{def} \psi_{2,i} u_{y,inst,Qi} = 0.0 \text{mm obc. zm (część stała): ()}$$

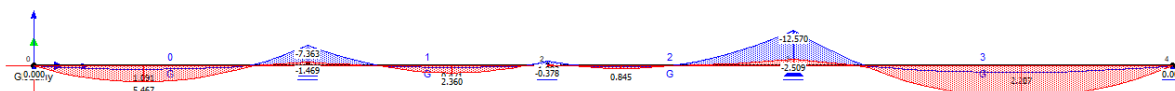
$$u_{y,fin} = u_{y,fin,G} + u_{y,fin,Q} + u_{y,fin,QS} = -0.0 \text{mm}$$

Przemieszczenie wypadkowe prostopadłe do osi pręta:

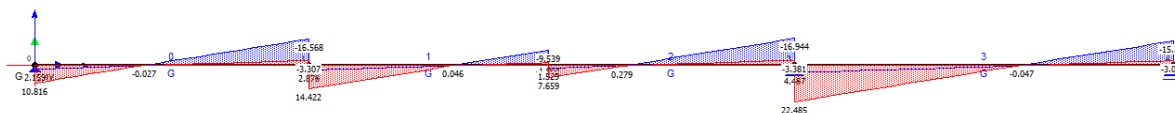
$$u_{fin} = \sqrt{u_{z,fin}^2 + u_{y,fin}^2} = 1.4 \text{mm} < 10.4 \text{mm} = u_{lim,net}$$

* - obciążenie boczne

5.3. Płatew



Momenta zginające– obwódka SGN



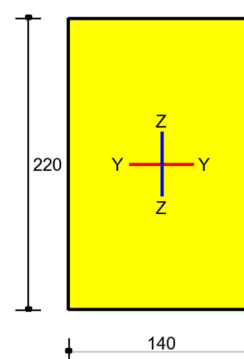
Siły tnące – obwódka SGN

Informacje o elemencie

Nazwa/Opis: element nr 3 (belka) - Brak opisu elementu.

Węzły: 3 (x=7.100m, y=0.000m); 4 (x=10.640m, y=0.000m)

Profil: 14x22 (C 24)



Wyniki dla elementu

Całkowite wyężenie elementu: 75%

Rozciąganie: 0 %

Ściskanie: 0 %

Ścinanie: 66 %

Zginanie: 75 %

Zginanie z rozciąganiem: 0 %

Zginanie ze ściskaniem: 0 %

Smukłość: 0 %

Ugięcia: 54 %

Wyniki szczegółowe

Parametry materiałowe

Klasa użytkowania konstrukcji: 1

→ $k_{mod} = 0.8$

Klasa trwania obciążenia dla SGN: Średniotrwałe

Wartości charakterystyczne właściwości materiału (C 24):

$$f_{m,k} = 24.0 \text{ MPa}$$

$$f_{t,0,k} = 14.0 \text{ MPa}$$

$$f_{t,90,k} = 0.4 \text{ MPa}$$

$$f_{c,0,k} = 21.0 \text{ MPa}$$

$$f_{c,90,k} = 2.5 \text{ MPa}$$

$$f_{v,k} = 4.0 \text{ MPa}$$

$$E_{0,mean} = 11.0 \text{ GPa}$$

$$E_{0,05} = 7.4 \text{ GPa}$$

$$E_{90,mean} = 0.37 \text{ GPa}$$

$$G_{mean} = 0.69 \text{ GPa}$$

$$G_{0,05} = E_{0,05} / E_{0,mean} \cdot G_{mean} = 0.46 \text{ GPa}$$

$$\rho_k = 350.0 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\rho_{mean} = 420.0 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

Ścinanie (66.5 %)

Przekrój: x/L=0.000, L=0.00m; Kombinacja: max T_y (+1,+4,)

Ścinanie po kierunku osi głównej Z-Z

$$\tau_{d,z} = 1.5 \frac{T_z}{k_{crA}} = 1.5 \frac{22.5 \cdot 10^3}{0.67 \cdot 308.0 \cdot 10^2} = 1.64 \text{ MPa} < 2.46 \text{ MPa} = \frac{4.0 \cdot 0.80}{1.3} = \frac{f_{v,k} k_{mod}}{\gamma_M}$$

Zginanie (75.5 %)

Przekrój: $x/L=0.000$, $L=0.00\text{m}$; Kombinacja: max Ty (+1,+4,)

Napężenia od momentów zginających:

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_y}{W_y} = \frac{12.6 \cdot 10^5}{1129.3 \cdot 10^2} = 11.15 \text{ MPa}, \quad \sigma_{m,z,d} = \frac{M_z}{W_z} = \frac{0.0 \cdot 10^5}{718.7 \cdot 10^2} = 0.00 \text{ MPa}$$

Nośność elementu przy zginaniu:

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{k_{h,y} f_{m,k} k_{mod}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{k_{h,z} f_{m,k} k_{mod}} = \frac{11.15}{\frac{1.000 \cdot 24.0 \cdot 0.8}{1.3}} + 0.7 \frac{0.00}{\frac{1.014 \cdot 24.0 \cdot 0.8}{1.3}} = 0.75 < 1.0$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{k_{h,y} f_{m,k} k_{mod}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{k_{h,z} f_{m,k} k_{mod}} = 0.7 \frac{11.15}{\frac{1.000 \cdot 24.0 \cdot 0.8}{1.3}} + \frac{0.00}{\frac{1.014 \cdot 24.0 \cdot 0.8}{1.3}} = 0.53 < 1.0$$

Dla belki wolnopodpartej ze stałym momentem oraz obciążenia przyłożonego do krawędzi ściskanej przyjęto, że długość obliczeniowa wynosi:

$$l_{ef} = 1.000 \cdot 3.54 + 2 \cdot 0.22 = 3.98 \text{ m},$$

a napężenia krytyczne, smukłość porównawcza oraz współczynnik zwichrzenia odpowiednio:

$$\sigma_{m,crit} = \frac{0.78 b^2}{h l_{ef}} E_{0,05} = \frac{0.78 \cdot 140.0^2}{220.0 \cdot 3980.0} 7400.0 = 129.2 \text{ MPa},$$

$$\lambda_{m,rel} = \sqrt{\frac{k_{h,y} f_{m,k}}{\sigma_{m,crit}}} = \sqrt{\frac{1.000 \cdot 24.0}{129.2}} = 0.431,$$

$$k_{crit} = 1.000.$$

Stateczność elementu przy zginaniu:

$$\sigma_{m,d} = 11.15 \text{ MPa} < 14.77 \text{ MPa} = k_{crit} \frac{k_{mod} k_{h,y} f_{m,k}}{\gamma_M} = 1.000 \frac{0.8 \cdot 1.000 \cdot 24.0}{1.3}$$

Ugięcia (54.0 %)

Przekrój: $x/L=0.500$, $L=1.77\text{m}$; Kombinacja: ext U (1,4,)

Przemieszczenie w płaszczyźnie układu:

$$u_{z,fin,G} = \sum_{i=1..n} u_{z,inst,Gi} (1 + k_{def}) \left[1 + 19.2 \left(\frac{h}{L} \right)^2 \right] = 3.0 \text{ mm obc. stałe: (1,)}$$

$$u_{z,fin,Q} = (u_{z,inst,Q1} + \sum_{i=2..n} u_{z,inst,Qi} \psi_{0,i}) \left[1 + 19.2 \left(\frac{h}{L} \right)^2 \right] = 4.6 \text{ mm obc. zm: (4,)}$$

$$u_{z,fin,QS} = \sum_{i=1..n} u_{z,inst,Qi} \psi_{2,i} k_{def} \left[1 + 19.2 \left(\frac{h}{L} \right)^2 \right] = 0.0 \text{ mm obc. zm (część stała): ()}$$

$$u_{z,fin} = u_{z,fin,G} + u_{z,fin,Q} + u_{z,fin,QS} = 7.6 \text{ mm}$$

Przemieszczenie prostopadłe do pł. układu:

$$u_{y,fin,G} = \sum_{i=1..n} u_{y,inst,Gi} (1 + k_{def}) = -0.0 \text{ mm obc. stałe: (1,)}$$

$$u_{y,fin,Q} = u_{y,inst,Q1} + \sum_{i=2..n} \psi_{0,i} u_{y,inst,Qi} = -0.0 \text{ mm obc. zm: (4,)}$$

$$u_{y,fin,QS} = \sum_{i=1..n} k_{def} \psi_{2,i} u_{y,inst,Qi} = 0.0 \text{ mm obc. zm (część stała): ()}$$

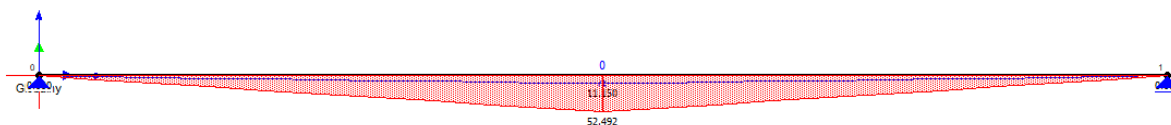
$$u_{y,fin} = u_{y,fin,G} + u_{y,fin,Q} + u_{y,fin,QS} = -0.0 \text{ mm}$$

Przemieszczenie wypadkowe prostopadłe do osi pręta:

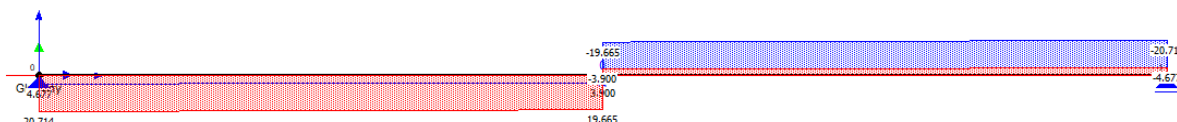
$$u_{fin} = \sqrt{u_{z,fin}^2 + u_{y,fin}^2} = 7.6 \text{ mm} < 14.2 \text{ mm} = u_{lim,net}$$

* - obciążenie boczne

5.4. Belka stalowa



Momenty zginające – obwiednia SGN



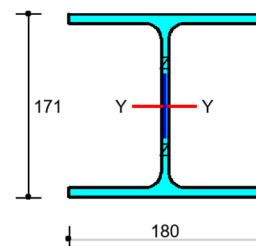
Siły tnące – obwiednia SGN

Informacje o elemencie

Nazwa/Opis: element nr 0 (belka) - Brak opisu elementu.

Węzły: 0 (x=0.000m, y=0.000m); 1 (x=5.200m, y=0.000m)

Profil: HEA180 (S 235)



Wyniki dla elementu

Całkowite wyężenie elementu: 91%

Rozciąganie: 0 %

Ściskanie: 0 %

Zginanie: 91 %

Zginanie z siłą podłużną: 48 %

Zginanie ze ściskaniem: 87 %

Ścinanie: 17 %

Środek pod obciążeniem skupionym: 21 %

Smukłość: 0 %

Ugięcia: 75 %

Wyniki szczegółowe

Długość wyboczeniowa

Współczynniki długości wyboczeniowej przyjęto na podstawie ENV 1993-1-1:1992 (załącznik E):

– w pł. układu: $\eta_1 = 1.000$ $\eta_2 = 1.000$ $\eta_v = 0.000 \rightarrow \mu_y = 1.000$ oraz $l_{0,y} = 5.2\text{m}$

– w pł. układu: $\eta_1 = 1.000$ $\eta_2 = 1.000$ $\eta_v = 0.000 \rightarrow \mu_z = 1.000$ oraz $l_{0,z} = 5.2\text{m}$

Wyboczenie skrętne: $\mu_\omega = 1.000$ oraz $l_{0,\omega} = 5.2\text{m}$

Uwaga! Przy obliczaniu współczynnika długości wyboczeniowej założono, że elementy belkowe dochodzące do słupa pracują w zakresie sprężystym oraz są nieznacznie obciążone osiowo.

Sily krytyczne

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 E J_y}{(\mu_y l)^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210000.0 \text{ MPa} \cdot 2512.1 \text{ cm}^4}{(1.000 \cdot 5.2 \text{ m})^2} = 1925.5 \text{ kN}$$

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 E J_z}{(\mu_z l)^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210000.0 \text{ MPa} \cdot 924.6 \text{ cm}^4}{(1.000 \cdot 5.2 \text{ m})^2} = 708.7 \text{ kN}$$

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_s^2} \left[\frac{\pi^2 E J_\omega}{(\mu_\omega l)^2} + G J_T \right]$$

$$N_{cr,T} = \frac{1}{8.7^2} \left[\frac{\pi^2 \cdot 210000.0 \text{ MPa} \cdot 60431.5 \text{ cm}^6}{(1.000 \cdot 5.2 \text{ m})^2} + 80769.0 \text{ MPa} \cdot 11.1 \text{ cm}^4 \right] = 1789.9 \text{ kN}$$

$$N_{cr,TF} = \frac{(N_{cr,y} + N_{cr,T}) - \sqrt{(N_{cr,y} + N_{cr,T})^2 - 4 N_{cr,y} N_{cr,T} (1 - \mu_z^2 / i_s^2)}}{2(1 - \mu_z^2 / i_s^2)} = \frac{(N_{cr,y} + N_{cr,T}) - \sqrt{R}}{2(1 - \mu_z^2 / i_s^2)}$$

$$R = (708.7 + 1789.9)^2 - 4 \cdot 708.7 \cdot 1789.9 (1 - 1.000 \cdot -0.0^2 / 8.711^2) = 1168878.9 \text{ kN}$$

$$N_{TF,yz} = \frac{(708.7 + 1789.9) - \sqrt{1168878.9}}{2(1 - 1.000 \cdot -0.0^2 / 8.711^2)} = 708.7 \text{ kN}$$

Moment krytyczny

Moment krytyczny został wyliczony zgodnie z zał. F do ENV 1993-1-1:1992.

Wsp. długości wyboczeniowej: $\mu_{z,Mcr} = 1.00$, $\mu_{\omega,Mcr} = 1.00$ (tylko do obliczeń M_{cr})

Współczynniki ze względu na podparcie i obciążenie: $C_1 = 1.36$, $C_2 = 0.55$, $C_3 = 1.73$

Współrzędna przyłożonego obciążenia względem środka ciężkości: $z_a = 8.6 \text{ cm}$

Współrzędna środka ścinania: $z_s = 0.0 \text{ cm}$

$$z_j = z_s - 0.5 \int_A (y^2 + z^2) z \, dA / J_y = 0.0 + 0.5 \cdot 0.00 = 0.0$$

$$N_{cr,z} = \pi^2 E J_z / (\mu_{z,Mcr} L)^2 = \pi^2 \cdot 21000.0 \cdot 924.6 / (1.00 \cdot 520.0)^2 = 708.7 \text{ kN}$$

$$M_{cr} = C_1 N_{cr,z} \left\{ \left[\left(\frac{\mu_{z,Mcr}}{\mu_{\omega,Mcr}} \right)^2 \frac{J_\omega}{J_z} + \frac{G J_t}{N_{cr,z}} + V \right]^{0.5} - V \right\}$$

$$V = C_2 (z_a - z_s) - C_3 z_j = 0.55(8.6 - 0.0) - 1.73 \cdot 0.0 = 4.73$$

$$M_{cr} = 1e - 2 \cdot 1.36 \cdot 708.7 \left\{ \left[\left(\frac{1.00}{1.00} \right)^2 \frac{60431.5}{924.6} + \frac{8076.9 \cdot 11.1}{708.7} + 4.73 \right]^{0.5} - 4.73 \right\} = 95.78 \text{ kNm}$$

Ściskanie (0.0 %)

Przekrój: $x/L=1.000$, $L=5.20 \text{ m}$; Kombinacja: $\max N (+1, +4,)$

Pole przekroju (klasa 1): $A = A_{brutto} = 45.3 \text{ cm}^2$

$$\text{Nośność obliczeniowa przekroju: } N_{c,Rd} = \frac{A f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{45.3 \cdot 23.5}{1.0} = 1064.3 \text{ kN}$$

Współczynniki wyboczeniowe (Tablica 11):

$$\bar{\lambda}_y = \sqrt{N_{c,Rd} / N_{cr,y}} = 1064.3 / 1925.5 = 0.743 \rightarrow \text{krzywa 'b'} \rightarrow \chi_y(\bar{\lambda}_y) = 0.759 \text{ (giętne x-x)}$$

$$\bar{\lambda}_z = \sqrt{N_{c,Rd} / N_{cr,z}} = 1064.3 / 708.7 = 1.225 \rightarrow \text{krzywa 'c'} \rightarrow \chi_z(\bar{\lambda}_z) = 0.422 \text{ (giętne y-y)}$$

$$\bar{\lambda}_x = \sqrt{N_{Rc} / N_{cr,x}} = 1064.3 / 1789.9 = 0.771 \rightarrow \text{krzywa 'c'} \rightarrow \chi_x(\bar{\lambda}_x) = 0.680 \text{ (skrętne)}$$

$$\bar{\lambda}_{zx} = \sqrt{N_{c,Rd} / N_{cr,zx}} = 1064.3 / 708.7 = 1.225 \rightarrow \text{krzywa 'c'} \rightarrow \chi_{zx}(\bar{\lambda}_{zx}) = 0.422 \text{ (giętno-skrętne)}$$

Przyjęto do obliczeń: $\chi = \min(\chi_i) = 0.422$

Warunek nośności (stateczności) elementu ściskanego:

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi A f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0.422 \cdot 45.3 \cdot 23.5}{1.0} = 448.9 \text{ kN} > 0.0 \text{ kN} = N_{Ed}$$

Ścinanie (16.9 %)

Przekrój: $x/L=1.000$, $L=5.20 \text{ m}$; Kombinacja: $\max N (+1, +4,)$

Ścinanie po kierunku osi głównej Z-Z

Przekrój czynny przy ścinaniu: $A_{v,z} = 9.1 \text{ cm}^2$

Warunek stateczności: $h_{w,z} / t_z = 25.3 < 60.0 = 72 \varepsilon / \eta$

Warunek nośności plastycznej:

$$V_{pl,Rd,z} = \frac{A_{v,z} f_y}{\sqrt{3} \gamma_{M0}} = \frac{9.1 \cdot 23.5}{\sqrt{3} \cdot 1.0} = 123.7 \text{ kN} > 20.9 \text{ kN} = V_{Ed,z}$$

Ścinanie po kierunku osi głównej Y-Y

Przekrój czynny przy ścinaniu: $A_{v,y} = 33.1 \text{ cm}^2$

Warunek nośności plastycznej:

$$V_{pl,Rd,y} = \frac{A_{v,y} f_{fy}}{\sqrt{3} \gamma_{M0}} = \frac{33.1 \cdot 23.5}{\sqrt{3} \cdot 1.0} = 448.5 \text{ kN} > 0.0 \text{ kN} = V_{Ed,y}$$

Zginanie (90.7 %)

Przekrój: $x/L=0.500$, $L=2.60\text{m}$; Kombinacja: $\max M_x (+1,+4,)$

Zginanie względem osi głównej Y-Y

Wsp. zwiczenia:

$$\lambda_{LT} = \min \left[\sqrt{\frac{W_{pl,y} f_{fy}}{M_{cr}}}, 3.0 \right] = \min \left[\sqrt{\frac{323.0 \cdot 23.5 \cdot 1e-2}{95.78}}, 3.0 \right] = 0.890 \rightarrow \chi_{LT}(\lambda_{LT}, \alpha_{LT}) = 0.766$$

$$\alpha_{LT} = 0.340$$

Nośność obliczeniowa z uwzględnieniem zwiczenia (klasa 2):

$$M_{b,Rd,y} = \chi_{LT} \frac{W_{pl,y} f_{fy}}{\gamma_{M1}} = 0.766 \frac{323.0 \cdot 23.5}{1.0} 1e-2 = 58.1 \text{ kNm}$$

Warunek nośności:

$$\frac{M_{Ed,y}}{M_{b,Rd,y}} = \frac{52.7}{58.1} = 0.91 < 1.0$$

Zginanie względem osi głównej Z-Z

Nośność obliczeniowa przekroju (klasa 2):

$$M_{c,Rd,z} = M_{pl,Rd,z} = \frac{W_{pl,z} f_{fy}}{\gamma_{M0}} = \frac{156.5 \cdot 23.5}{1.0} 1e-2 = 36.8 \text{ kNm}$$

Warunek nośności:

$$\frac{M_{Ed,z}}{M_{pl,Rd,z}} = \frac{0.0}{36.8} = 0.00 < 1.0$$

Zginanie z siłą podłużną (48.2 %)

Przekrój: $x/L=0.500$, $L=2.60\text{m}$; Kombinacja: $\max M_x (+1,+4,)$

Zredukowana nośność plastyczna przy zginaniu względem Y-Y z siłą podłużną

$$n = N_{Ed}/N_{pl,Rd} = 0.0/1064.3 = 0.000$$

$$a_y = \min[(A - 2A_{bt,y})/A, 0.5] = \min[(45.3 - 2 \cdot 17.1)/45.3, 0.5] = 0.245$$

$$M_{N,y,Rd} = \min \left[M_{pl,y,Rd} \frac{(1-n)}{(1-0.5a_y)}, M_{pl,y,Rd} \right] = \min \left[75.9 \frac{(1-0.000)}{(1-0.5 \cdot 0.245)}, 75.9 \right] = 75.9 \text{ kNm}$$

Zredukowana nośność plastyczna przy zginaniu względem Z-Z z siłą podłużną

$$a_z = \min[(A - 2A_{bt,z})/A, 0.5] = \min[(45.3 - 2 \cdot 17.1)/45.3, 0.5] = 0.245$$

$$n \leq a_z \rightarrow M_{N,z,Rd} = M_{pl,z,Rd} = 36.8 \text{ kNm}$$

Warunek nośności (klasa 1 i 2) z uwzględnieniem ew. wpływu siły poprzecznej:

$$\alpha = 2.0, \beta = \max(5n, 1.0) = 1.0$$

$$\left[\frac{M_{y,Ed}}{M_{N,y,Rd}} \right]^\alpha + \left[\frac{M_{z,Ed}}{M_{N,z,Rd}} \right]^\beta = \left[\frac{52.7}{75.9} \right]^{2.0} + \left[\frac{0.0}{36.8} \right]^{1.0} = 0.48 < 1.0$$

Zginanie ze ściskaniem (86.6 %)

Przekrój: $x/L=0.500$, $L=2.60\text{m}$; Kombinacja: $\max M_x (+1,+4,)$

Wyznaczenie współczynników interakcji (metoda 2, Załącznik B):

$$C_{my} = 0.95 + 0.05\alpha_h = 0.95 + 0.05 \cdot 0.000 = 0.950$$

$$C_{mz} = \max(0.6 + 0.4\psi, 0.4) = \max(0.6 + 0.4 \cdot 1.000, 0.4) = 1.000$$

$$C_{mLT} = C_{my} = 0.950$$

$$k_{yy} = \left[C_{my} \left(1 + \min(\bar{\lambda}_y - 0.2, 0.8) \frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk}/\gamma_{M1}} \right) \right]$$

$$k_{yy} = \left[0.950 \left(1 + \min(0.743 - 0.2, 0.8) \frac{0.0}{0.759 \cdot 1064.3/1.0} \right) \right] = 0.955$$

$$k_{zz} = \left[C_{mz} \left(1 + \min(2\bar{\lambda}_z - 0.6, 1.4) \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk}/\gamma_{M1}} \right) \right]$$

$$k_{zz} = \left[1.000 \left(1 + \min(2 \cdot 1.225 - 0.6, 1.4) \frac{0.0}{0.422 \cdot 1064.3/1.0} \right) \right] = 1.014$$

$$k_{yz} = 0.6k_{zz} = 0.6 \cdot 1.014 = 0.608$$

$$k_{zy} = 0.6k_{yy} = 0.6 \cdot 0.955 = 0.573$$

Warunki nośności dla elementu zginanego i ściskanego (klasa 2):

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_{y,Rk}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT,Rk}} + k_{yz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\chi_{y,Rk}} = 0.87 < 1.0$$

$$\frac{0.0}{\frac{0.759 \cdot 1064.3}{1.0}} + 0.955 \frac{52.7 + 0.0}{\frac{0.766 \cdot 75.9}{1.0}} + 0.608 \frac{0.000 + 0.000}{\frac{36.8}{1.0}} = 0.87 < 1.0$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_{z,Rk}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT,Rk}} + k_{zz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\chi_{z,Rk}} = 0.52 < 1.0$$

$$\frac{0.0}{\frac{0.422 \cdot 1064.3}{1.0}} + 0.573 \frac{52.7 + 0.0}{\frac{0.766 \cdot 75.9}{1.0}} + 1.014 \frac{0.000 + 0.000}{\frac{36.8}{1.0}} = 0.52 < 1.0$$

Środek pod obciążeniem skupionym (21.2 %)

Przekrój: $x/L=0.500$, $L=2.60m$; Kombinacja: $\max M_x (+1,+4,)$

Dane dla najbardziej wyężonego środka [mm]: $t_w = 6.0$, $h_w = 152.0$, $t_f = 9.5$, $b_f = 142.5$

Parametr niestateczności:

$$k_F = 6 + 2 \left(\frac{h_w}{a} \right)^2 = 6 + 2 \left(\frac{152.0}{500.0} \right)^2 = 6.185$$

Efektywna szerokość strefy obciążenia:

$$l_y = \min[S_s + 2t_f(1 + \sqrt{m_1 + m_2}), a] = \min[20.0 + 2 \cdot 9.5(1 + \sqrt{23.8 + 0.0}), 500.0] = 131.6\text{mm}$$

Efektywny wymiar środka przy obciążeniu skupionym:

$$\lambda_F = \sqrt{\frac{l_y t_w f_{yw}}{0.9 k_F E t_w^3 / h_w}} = \sqrt{\frac{131.6 \cdot 6.0 \cdot 235.0}{0.9 \cdot 6.185 \cdot 210000.0 \cdot 6.0^3 / 152.0}} = 0.334$$

$$\chi_F = \min \left[\frac{0.5}{\lambda_F}, 1.0 \right] = \min \left[\frac{0.5}{0.334}, 1.0 \right] = 1.000$$

$$L_{eff} = \chi_F l_y = 1.000 \cdot 131.6 = 131.6\text{mm}$$

Nośność obliczeniowa środka:

$$F_{Rd} = \frac{f_{yw} L_{eff} t_w}{\gamma_{M1}} = \frac{235.0 \cdot 131.6 \cdot 6.0}{1.0} 1e-3 = 185.5\text{kN} > 39.3\text{kN} = F_{Ed}$$

Ugięcia (75.1 %)

Przekrój: $x/L=0.500$, $L=2.60m$; Kombinacja: $\text{ext } U (1,4,)$

Przemieszczenie w płaszczyźnie układu: $u_z = |-15.6|\text{mm} < 20.8\text{mm} = u_{z,\text{lim}}$.

Przemieszczenie prostopadłe do pł. układu: $u_y = |0.0|\text{mm} < 14.9\text{mm} = u_{y,\text{lim}}$.

Uwaga! Przy obliczaniu ugięć nie wzięto pod uwagę ewentualnego efektu szerokiego pasa.

6. Strop Teriva 4.0/1 – obliczenia statyczne

6.1. Obliczenia stropu

Projektowany strop znajduje się nad parterem budynku wielofunkcyjnego.

Maksymalne obciążenia obliczeniowe dla stropu Teriva wynoszą $4,9 \text{ kN/m}^2$. Łączne zakładane obciążenia obliczeniowe na całości projektowanego stropu $1,78 \text{ kN/m}^2$ (zmiennie + stałe) zatem strop przeniesie założone obciążenia główne. Przyjęto, że belki pracują jako częściowo zamocowane, uciąglenie stropu zapewnia zbrojenie podporowe w postaci siatek Z-1 i Z-2. Zgodnie z normą PN-B-03264:2002 każdy strop gęstożebrowy powinien mieć na podporze zbrojenie górne o polu przekroju nie mniejszym niż 0,2 pola przekroju zbrojenia dolnego w przęśle, zdolne do przeniesienia siły rozciągającej nie mniejszej niż 40 kN/m .

W miejscach występowania ścian działowych równoległych do belek zastosowano dodatkową ilość belek wg dokumentacji rysunkowej.

OPRACOWAŁ: