

PROJEKT TECHNICZNY

NR TOMU / ŁĄCZNA LICZBA TOMÓW **1/4**

NAZWA ZAMIERZENIA BUDOWLANEGO:

**Wzmocnienie stropu w laboratorium 33 w budynku LHT WiMiM w ramach zadania
" Modernizacja laboratoriów - odwodnienie ścian piwnicznych,,**

NAZWA OBIEKTU BUDOWLANEGO:

**Hala technologiczna Wydziału Inżynierii Mechanicznej i Mechatroniki ZUT w
Szczecinie**

ADRES ZAMIERZENIA BUDOWLANEGO:

**Szczecin, al. Piastów 19a działki nr dz.geod.2 obręb 2255 ,
identyfikator 326201_1.2255.2**

KATEGORIA OBIEKTU:

IX - laboratorium

INWESTOR:

**Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie,
Aleja Piastów 17 70-310 Szczecin**

BRANŻA: **konstrukcja**

PROJEKTANT :

branża	imię i nazwisko	numer uprawnień / specjalność	przynależność do izby	podpis
KONSTRUKCJA	projektant – mgr inż. IRENA CIESIELSKA	upr. 198/Sz/76 specjalność – konstrukcyjno- budowlana	ZAP/BO/0633/01	
	sprawdzający –mgr inż. Krzysztof Kus	ZAP/0129/POOK/12 specjalność – konstrukcyjno- budowlana	ZAP/BO/0058/13	

SPIS ZAWARTOŚCI DOKUMENTACJI

I. Strona tytułowa projektu architektoniczno - budowlanego	str. 1
II. Spis zawartości projektu architektoniczno-budowlanego	str. 2
III. Projekt techniczny	
<u>Część opisowa:</u>	
1. Podstawa opracowania	str.3
2. Przedmiot i zakres opracowania	str.3
3. Opis stanu istniejącego	str.3
3.1. Warunki gruntowo wodne	str.4
3.2. Dane ogólne i konstrukcja budynku	str.4
4. Opis stanu projektowanego	str.4
4.1. Charakterystyka ogólna	str.4
4.2. Przyjęte obciążenia	str.4
4.3. Roboty budowlano montażowe	str.4
4.3.1. Materiały	str.5
4.3.2. Roboty przygotowawcze i rozbiórkowe	str.5
4.3.3. Wykonanie i montaż konstrukcji stalowej	str.6
4.3.4. Zabezpieczenie antykorozyjne i przeciwpożarowe	str.6
4.3.5. Roboty wykończeniowe	str.6
4.3.6. Naprawa pęknięć w ścianie i stropie kanału	str.6
5. Uwagi końcowe	str.7-8
V. Ekspertyza techniczna	str.9

VI. Załączniki

zał. nr 4. uprawnienia i przynależności do izb: Ireny Ciesielskiej
zał. nr 5. uprawnienia i przynależności do izb: Krzysztofa Kusa

VII. Obliczenia statyczne

Część graficzna – wg spisu rysunków

RYS.1	RZUT LABORATORIUM 33	1:50
RYS.2	RZUT PIWNICY NA RZEDNEJ - 35 (FRAGMENT)	1:50
RYS.3	PRZEKRÓJ A-A	1:50
RYS.4	SZCZEGÓŁY KONSTRUKCJI	1:20

III. CZĘŚĆ OPISOWA PROJEKTU TECHNICZNEGO WZMOCNIENIE STROPU W LABORATORIUM 33 W BUDYNKU LHT WIMIM

1. PODSTAWA OPRACOWANIA:

- zlecenie Inwestora;
- pomiary inwentaryzacyjne
- projekt architektoniczno budowlany;
- opinia geotechniczna opracowana przez pracownię inż. Michała Niedziółkę w lipcu 2020

Projekt wykonano w oparciu normy :

PN-EN 1990-2004 Eurokod 0. Podstawy projektowania konstrukcji

PN-EN 1991-1-1-2004 Eurokod 1. Oddziaływania ogólne. Ciężar objętościowy, ciężar własny, obciążenia użytkowe w budynkach

PN-EN 1991-1-4-2008 Eurokod 1. Oddziaływania ogólne. Oddziaływania wiatru

PN-EN 1991-1-3-2005 Eurokod 1. Oddziaływania ogólne - Obciążenie śniegiem

PN-EN 1995-1-1-2006 Eurokod 5. Projektowanie konstrukcji drewnianych.

PN-EN 1992-1-1-2008 Eurokod 2. Projektowanie konstrukcji żelbetowych.

PN-EN 1993-1-1-2006 Eurokod 3. Projektowanie konstrukcji stalowych.

PN-EN 1996-1-1-2010 Eurokod 6. Projektowanie konstrukcji murowych.

2. PRZEDMIOT I ZAKRES OPRACOWANIA

Przedmiotem opracowania jest projekt wzmocnienie stropu w laboratorium 33 w budynku LHT WIMiM Wydziału Inżynierii Mechanicznej i Mechatroniki Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie, celem zwiększenia jego nośności, w związku z planowanym zakupem i montażem nowego urządzenia badawczego typu tomograf. Zakres opracowania ograniczony jest do branży konstrukcyjnej.

3. OPIS STANU ISTNIEJĄCEGO

3.1. Warunki gruntowo wodne

Ze względu na zakres inwestycji zrezygnowano z wykonywania badań podłoża gruntowego.

Wg istniejącego opisu w otrzymanej od Inwestora dokumentacji konstrukcyjnej terenowej czerpni powietrza warunki gruntowo-wodne są następujące:

Teren stanowi fragment wysoczyzny lodowcowej, nadścielonej utworami nasypowymi. Pod warstwą nasypu o miąższości 1,0÷1,6 m zalegają grunty nośne w postaci piasku gliniastego w stanie twardoplastycznym o miąższości 0,50÷1,50 m z soczewkami piasku drobnego. Poniżej zalegają gliny piaszczyste, twardoplastyczne, nie przewiercone do głębokości 5,0 m p.p.t. Do głęboko odwiertu tj. 5,0 m p.p.t. wody gruntowej nie stwierdzono. Przytoczony opis znajduje się w dokumentacji z września 1987 roku.

3.2. Dane ogólne i konstrukcja budynku

Budynek przeznaczony jest do prac badawczych, naukowych oraz dydaktycznych związanych z programem realizowanym przez Wydział Inżynierii Mechanicznej i Mechatroniki.

W budynku zlokalizowane są laboratoria, sale ćwiczeń dla studentów, pomieszczenia dla kadry naukowo-technicznej (nazwane pomieszczeniami biurowymi), szatnie dla pracowników oraz pomieszczenia higieniczno-sanitarne, techniczne i gospodarcze.

Laboratorium 33 usytuowane jest na parterze w dwukondygnacyjnym łączniku (w tym piwnica jako kondygnacja podziemna), przylegającym do hali głównej.

Do ściany zewnętrznej piwnicy łącznika w środkowej jej partii, przylega kanał zewnętrzny o wymiarach w świetle 1,63 x 2,03 m i długości 25,17 m. Kanał ten w pomieszczeniu technicznym nr 5 zmienia swój przebieg na wewnętrzny i wzdłuż ściany zewnętrznej przechodzi do

zewnątrznej terenowej czerpni. Wysokość kanału wewnętrznego wynosi 2,33m w świetle. Obecnie kanał nie jest wykorzystywany.

Łącznik wykonany został w technologii tradycyjnej. Układ konstrukcyjny podłużny.

Ściany piwnicy - betonowe monolityczne

Ściana zewnętrzna kanału warstwowa grubości 53cm, łącznie z ociepleniem i warstwami wykończeniowymi stanowi jednocześnie ścianę zewnętrzną budynku. Warstwa konstrukcyjna wewnętrzna betonowa monolityczna, grubości 25cm. Ściana wewnętrzna kanału, oddzielająca kanał od pozostałej części piwnicy, do wierzchu stropu pośredniego betonowa monolityczna grubości 20cm łącznie z tynkiem, powyżej murowana z cegły ceramicznej pełnej gr. 16cm łącznie z tynkiem. Ściana zamykająca piwnicę od strony hali, betonowa monolityczna grubości 27cm łącznie z tynkiem.

Ściany parteru murowane z cegły ceramicznej. Ściana zewnętrzna podłużna grubości 57cm łącznie z tynkiem oraz izolacją termiczną. Ściana podłużna wewnętrzna oddzielająca laboratorium od hali technologicznej grubości 27cm łącznie z tynkiem.

Ściana wewnętrzna oddzielająca pomieszczenie laboratorium od części komunikacyjnej łączącej laboratorium z halą technologiczną murowana z cegły ceramicznej, grubości 17cm łącznie z tynkiem. Drzwi wewnętrzne łączące komunikację z laboratorium, dwuskrzydłowe w konstrukcji aluminiowej o wymiarach 130x200cm.

Od strony laboratorium wykonany jest przeszklony przedsionek w konstrukcji PCV, z drzwiami dwuskrzydłowymi o wymiarach 160x212cm.

Stropy nad piwnicą w obrębie laboratorium 33 żelbetowe kanałowe typu A o rozpiętości 6,0m oparte na ścianie szczytowej oraz na stalowych podciągach HEC340. Podciągi oparte są na ścianach podłużnych piwnicy oraz na ścianie wewnętrznej kanału.

4. OPIS STANU PROJEKTOWANEGO

4.1 Charakterystyka ogólna

Planuje się zainstalowanie w laboratorium 33 tomografu o wymiarach 2550x1275x1905mm, i maksymalnej wadze 4550kG.

Zgodnie z zaleceniem ekspertyzy technicznej, konstrukcje wsporczą pod projektowany tomograf zaprojektowano jako konstrukcje niezależną, nie obciążającą istniejącego stropu.

Konstrukcje zaprojektowano w formie podestu stalowego z blachy o wymiarach 2600x1300x25mm, opartego na dwóch podciągach stalowych z HEB160, zamontowanych na wysokości 249cm powyżej posadzki piwnic i opartych na ścianach podłużnych budynku oraz na ścianie wewnętrznej kanału. Płytę podestową połączono z podciągami ośmioma słupkami stalowymi z rury kwadratowej 100x100x5mm, przykręcanymi na śruby do półek górnych podciągów oraz na blachowkręty do blachy podestu.

Zakres projektowanych prac:

- roboty przygotowawcze;
- wykonanie i montaż konstrukcji stalowej;
- zabezpieczenie antykorozyjne;
- roboty wykończeniowe;
- naprawić pęknięć w ścianie i stropie kanału.

4.2. Przyjęte obciążenia

Obciążenia użytkowe $p_o = 2,0 \times 1,5 = 3,0 \text{ KN/m}^2$

Ciężar tomografu w przeliczeniu na m^2 powierzchni $p_{\text{tomograf}} = 13,99 \text{ KN/m}^2$

4.3. Roboty budowlano montażowe.

4.3.1. Materiały

Elementy żelbetowe:

Beton konstrukcyjny C20/25 $f_{cd} = 13,3 \text{ MPa}$

Stal zbrojeniowa

A-IIIIN B500SP $f_{yd} = 420 \text{ MPa}$

Elementy stalowe:

4.3.2. Roboty przygotowawcze i rozbiórkowe

Przed przystąpieniem do prac związanych z montażem konstrukcji wsporczej pod tomograf, należy:

- na czas transportu tomografu zdemontować drzwi wejściowe do laboratorium;
- zdemontować przeszkloną ściankę PCV przedsionka;
- demontaż świetlóвки (łącznie z kablem i puszką instalacyjną);
- w miejscu lokalizacji projektowanego podestu pod tomograf, należy wyciąć posadzkę na powierzchni 261x131cm, na głębokość 6cm.
- wycięcie fragment żelbetowego stropu pośredniego nad kanałem, o powierzchni 130x174cm;
- w płytach stropowych nad piwnicą, w miejscach przejścia słupków stalowych pod podest z blachy, wykonać otwory w płytach stropowych kanałowych;
- wykonanie gniazd na osadzenie marek i podciągów stalowych;
- przełożyć istniejącą żeliwną rurę spustową Ø150, kolidującą z projektowaną konstrukcją wsporczą pod tomograf.

Demontaż drzwi wejściowych do laboratorium

Przed przystąpieniem do transportu tomografu należy zdemontować dwudzielne, przeszklone, aluminiowe drzwi wejściowe do laboratorium, o wymiarach w świetle ościeżnic 130x200cm.

Po przetransportowaniu tomografu, drzwi należy ponownie zamontować..

Demontaż ścianki przedsionka

Przed przystąpieniem do montażu tomografu należy zdemontować fragment przeszklonej ścianki przedsionka o szerokości 237cm łącznie z drzwiami. Zdemontowane elementy należy zabezpieczyć do ponownego wbudowania, po zamontowaniu tomografu.

Demontaż świetlóвки

Przed przystąpieniem do montażu podciągów należy zdemontować świetlóvkę usytuowaną w miejscu lokalizacji projektowanego podciagu P1. Świetlóvkę zdemontować łącznie z kablem zasilającym i puszką. Po zamontowaniu podciągów, należy wykonać nowe podłączenie do istniejącej instalacji (puszka elektryczna natynkowa + kabel) oraz podwiesić świetlóvkę do sufitu w polu pomiędzy podciągami.

Wycięcie posadzki w miejscu lokalizacji podestu pod tomograf

- W miejscu lokalizacji projektowanego podestu pod tomograf, należy wyciąć posadzkę na powierzchni 261x131cm, na głębokość 6cm. Wycięcie posadzki wykonać przy pomocy elektronarzędzi np. piły DCH 300- HILTI. Nie stosować narzędzi udarowych.

Wycięcie fragment żelbetowego stropu pośredniego w kanale.

W celu umożliwienia montażu projektowanej konstrukcji wsporczej, należy wyciąć fragment stropu pośredniego nad kanałem o powierzchni 1,30x1,74m. Rozbiórkę wykonać przy pomocy elektronarzędzi. Nie stosować narzędzi udarowych.

Wycięcie, w płycie stropowej nad piwnicą, otworów Ø150, na przejście słupków stalowych

W płytach stropowych nad piwnicą, w miejscach przejścia słupków stalowych pod podest z blachy, wyciąć wiertnicą otwory Ø150.

Przejście słupków przez płytę stropową wykonać w miejscach kanałów, nie naruszając żeber pomiędzy nimi. Przed przystąpieniem do wykonywania otworów, wytyczyć dokładnie ich lokalizację oraz sprawdzić położenie względem żeber. W przypadku kolizji z żebrami dokonać korekty ich usytuowania.

Przejścia słupów przez strop nad piwnicą uszczelnić masami ppoż. do klasy min EI 60.

Wykonanie gniazd na osadzenie marek i podciągów stalowych;

W betonowych ścianach konstrukcyjnych należy wyciąć gniazda, na osadzenie marek i podciągów stalowych. Gniazda o wymiarach 50x25/16cm i wysokości 26cm, wyciąć przy pomocy elektronarzędzi, nie stosować narzędzi uderowych.

Przełożenie rury spustowej kolidującej z projektowaną konstrukcją wsporczą pod tomograf

Istniejącą rurę spustową o średnicy Ø150mm ułożoną w przestrzeni pomiędzy stropem piwnicy a stropem pośrednim nad kanałem, przełożyć poniżej stropu pośredniego i włączyć do istniejącego kielicha w posadzce. Na długości poziomych odcinków zachować minimalny spadek 1%.

4.3.3. Wykonanie i montaż konstrukcji stalowej

Przed wykonaniem i zamontowaniem konstrukcji wsporczej sprawdzić zgodność wymiarów założonych z wymiarami rzeczywistymi.

Konstrukcje zaprojektowano w formie podestu stalowego z blachy o wymiarach 2600x1300x25mm, opartego na dwóch podciągach stalowych z HEB160, zamontowanych na wysokości 249cm powyżej posadzki piwnic i opartych na ścianach podłużnych budynku oraz na ścianie wewnętrznej kanału. W miejscach oparcia podciągów, w ścianach wyciąć gniazda o wymiarach 50x25/16cm i wysokości 26cm oraz osadzić blachy podstawy BP-1 i BP-2. Blachy podstawy montować na warstwie zaprawy montażowej grubości 3cm i kotwić do ściany na kotwy wklejane M12x200 - stal ocynkowana galwanicznie kl.8.8. Długość zakotwienia min. 125mm.

W celu umożliwienia montażu podciągów od wewnątrz pomieszczeń bez przebijania się przez ściany zewnętrzne, podciągi zaprojektowano jako dwuczęściowe, łączone doczołowo na śruby M12x80 kl.8.8.

Po osadzeniu podciągów po zaszalowaniu, gniazda wypełnić betonem C20/25 o konsystencji plastycznej.

W trakcie montażu podciągów może zaistnieć konieczność zdemontowania 7 szt. wieszaków mocujących rurociągi do sufitu. Po zamontowaniu podciągów, wieszaki zostaną ponownie zamontowane, z wykorzystaniem istniejących połączeń śrubowych.

Płytę podestową połączono z podciągami ośmioma słupkami stalowymi z rury kwadratowej 100x100x5mm, przykręcanymi na śruby do półek górnych podciągów oraz na blachowkręty do blachy podestu. Przejście słupków przez płytę stropową wykonać w miejscach kanałów, nie naruszając żeber pomiędzy nimi.

Przejścia słupów przez strop nad piwnicą uszczelnić masami ppoż. do klasy min EI 60. Wierzch płyty podestowej wyrównać z wierzchem posadzki w laboratorium.

Szczelinę między posadzką a blachą pomostu wypełnić poliuretanową masą uszczelniającą.

Projektową konstrukcję stalową należy zabezpieczyć antykorozyjnie ogniowo przez malowanie do wymaganej odporności ogniowej R60.

4.3.4. Zabezpieczenie antykorozyjne oraz p.poż.

Elementy stalowe należy oczyścić w procesie śrutowania do stopnia czystości Sa2,5 wg PN-EN ISO 8503:1999. Rodzaj powłoki malarskiej oraz jej grubość muszą być dostosowane do odpowiedniej kategorii korozyjności środowiska wg PN-EN ISO12944-5:2001.

Kategoria korozyjności atmosfery C3 wg PN-EN ISO12944:2001.

Stopień czystości „2”. Po oczyszczeniu elementów należy wykonać następujące powłoki :

- farba epoksydowa dwuskładnikowa do gruntowania chemoodporna dwie warstwy - całkowita grubość

- powłoki 160 µm.;

- farba ogniochronna - pęczniująca farba wodna nakładana metodą natryskową lub za pomocą wałka lub pędzla. Zabezpieczenie konstrukcji stalowej do R60.

4.3.5. Roboty wykończeniowe

Roboty wykończeniowe obejmują :

- Montaż ścianki przeszklonej PCV z drzwiami dwuskrzydłowymi, zdemontowanej na czas montażu tomografu;
- Zamurowanie ścianką grubości 6cm, przestrzeni pomiędzy górną krawędzią stropu pośredniego a stropem nad piwnicą, przy wyciętym otworze. Ściankę murować z płytek gazobetonowych na zaprawie klejowej;
- Uzupełnienie tynków w miejscach po wypełnieniu gniazd oraz zamurowań . Tynki wewnętrzne zwykłe kat. III wykonywane ręcznie;
- Malowanie farbą lateksową ścian uszkodzonych przy montażu tomografu.

Do robót wykończeniowych należy przystąpić po zamontowaniu tomografu.

4.3.6. Naprawa pęknięć w ścianie i stropie kanału.

Naprawić pęknięcia w ścianie wewnętrznej kanału oraz w stropie. W obrębie lokalizacji projektowanego urządzenia stwierdzono dwa pęknięcia w ścianie wewnętrznej pomiędzy kanałem a piwnicą, przebiegające przez całą wysokość ściany oraz przez całą szerokość stropu pośredniego nad kanałem, o rozwarciu rysy około 1÷5mm. Łączna długość rys w obrębie lokalizacji projektowanego urządzenia wynosi około 850cm.

Przyjęto technologię naprawy przez iniekcję, z zastosowaniem epoksydowej żywicy iniekcyjnej przenoszącej naprężenia. Materiał stosowany do iniekcji powinien zapewnić zamykanie , uszczelnienie i siłowe łączenie rys.

Konieczna jest naprawa pęknięć w obrębie lokalizacji projektowanego urządzenia.

W trakcie przeprowadzania iniekcji należy przestrzegać zaleceń zawartych w Karcie Charakterystyki Substancji Chemicznej oraz w Karcie Informacyjnej Bezpieczeństwo i Higiena Pracy

5.UWAGI KOŃCOWE:

W s z y s t k i e p r a c e związane z projektowaną przebudową należy prowadzić z warunków BHP i pod nadzorem osoby posiadającej odpowiednie uprawnienia budowlane.

Przy organizacji robót oraz ich wykonywaniu przestrzegać przepisów zawartych w Rozporządzeniu Ministra Pracy i Polityki Socjalnej w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy (Dz.U. z 2003r nr 109 poz.1650), w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 06.02.2003 w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy podczas wykonywania robót budowlanych (Dz.U. nr 47 poz. 401) oraz wytycznych technicznych, aprobat technicznych i wytycznych producentów materiałów stosowanych do wykonywania powyższych prac.

Niezależnie od informacji technicznych zawartych w projekcie, wykonawców poszczególnych robót budowlanych obowiązują: instrukcje producentów materiałów i urządzeń zastosowanych do budowy, "Warunki techniczne wykonania i odbioru robót budowlano - montażowych" - wydawnictwa „Arkady” oraz stosowne polskie lub europejskie normy budowlane i stosowne wydawnictwa ITB, które to materiały należy traktować, jako uzupełnienie niniejszej dokumentacji.

W razie niejasności lub nieścisłości należy skontaktować się z projektantem. Kontakt taki powinien mieć formę pisemną pod rygorem nieważności.

Przy wykonywaniu robót budowlanych można stosować jedynie wyroby budowlane dopuszczone do obrotu i powszechnego lub jednostkowego stosowania w budownictwie, zgodnie z art. 10 ustawy „Prawo budowlane”.

Wszelkie zmiany, dokonane w toku wykonania robót, w stosunku do projektu muszą być oficjalnie uzgadniane. Projektant dopuszcza równoważne materiały, urządzenia i technologie równoważne w stosunku do przywołanych w projekcie.

Zakres prac budowlanych podany w niniejszym opracowaniu obejmuje prace możliwe do określenia i uściślenia na etapie projektu technicznego. Należy się liczyć z możliwością wystąpienia prac dodatkowych nieprzewidzianych w niniejszym opracowaniu po rozpoczęciu prac budowlanych.

Wszystkie materiały użyte podczas prac budowlanych muszą posiadać świadectwo dopuszczenia do stosowania w budownictwie ITB lub PZH. Roboty wykonywać zgodnie z "Warunkami technicznymi wykonania i odbioru robót budowlano - montażowych.

PROJEKTOWAŁA : mgr inż. Irena Ciesielska

V. EKSPERTYZA TECHNICZNA

1. DANE OGÓLNE

OBIEKT: Hala technologiczna Wydziału Inżynierii Mechanicznej i Mechatroniki ZUT w Szczecinie - laboratorium 33
ADRES: Szczecin, al. Piastów 19a, dz.geod.2, obręb 2255 , identyfikator 326201_1
INWESTOR: Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny
70-310 Szczecin al. Piastów 17
STADIUM: Ekspertyza techniczna

2. PODSTAWA FORMALNO PRAWNA

- 2.1. Umowa z Inwestorem nr 15/ATT-6/2023 z dnia 03.04.2023;
- 2.2. Inwentaryzacja obiektu wykonana w lipcu i sierpniu 2009;
- 2.3. Wizja lokalna , pomiary własne i odkrywki;
- 2.4. Ustalenia dokonane z przedstawicielem Inwestora;
- 2.5. Przepisy i normy

3. PRZEDMIOT ZAKRES I CEL OPRACOWANIA

Celem opracowania jest ocena stanu technicznego konstrukcji budynku oraz określenie nośności stropu w laboratorium 33, pod kątem planowanego montażu nowego urządzenia typu tomograf. Planuje się zakup i montaż urządzenia o maksymalnych wymiarach 2550x1275x1905mm i masie 4500kg.

4. LOKALIZACJA

Budynek zlokalizowany jest na terenie Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego, u zbiegu ulic Sikorskiego i Kordeckiego na terenie zamkniętym uczelni – działka nr 2 obręb 2255, identyfikator działki 326201_1.

5.OPIS ISTNIEJĄCEGO OBIEKTU ORAZ OCENA STANU TECHNICZNEGO



Budynek został wybudowany i oddany do użytku w 1992 roku jako obiekt laboratoryjny Politechniki Szczecińskiej. W latach 2009-2012 budynek został zmodernizowany w ramach

zadania pn. „Przebudowa i modernizacja laboratoriów naukowych w budynku Hali Technologicznej Wydziału Inżynierii Mechanicznej I Mechatroniki Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego,,

Budynek przeznaczony jest do prac badawczych, naukowych oraz dydaktycznych związanych z programem realizowanym przez Wydział Inżynierii Mechanicznej i Mechatroniki.

W budynku zlokalizowane są laboratoria, sale ćwiczeń dla studentów, pomieszczenia dla kadry naukowo-technicznej (nazwane pomieszczeniami biurowymi), szatnie dla pracowników oraz pomieszczenia higieniczno-sanitarne, techniczne i gospodarcze.

Procesy badawcze i dydaktyczne prowadzone są na urządzeniach zasilanych energią elektryczną.

Laboratorium 33 usytuowane jest na parterze w dwukondygnacyjnym łączniku (w tym piwnica jako kondygnacja podziemna), przylegającym do hali głównej.

Łącznik wykonany jest w technologii tradycyjnej. Układ konstrukcyjny podłużny.

Do ściany zewnętrznej piwnicy łącznika w środkowej jej partii, przylega kanał zewnętrzny o wymiarach w świetle 1,63 x 2,03 m i długości 25,17 m. Kanał ten w pomieszczeniu technicznym nr 5 zmienia swój przebieg na wewnętrzny i wzdłuż ściany zewnętrznej przechodzi do zewnętrznej terenowej czerpni. Szerokość kanału wewnętrznego 174cm, wysokość w świetle pomiędzy posadzką a żelbetowym stropem pośrednim 237cm. Grubość stropu pośredniego 9cm.

Wysokość piwnic poza kanałem 283cm, wysokość parteru 4,0m. wymiary pomieszczenia laboratorium w świetle ścian 6,19x8,80m.

Ściany

Ściany piwnicy - betonowe monolityczne

Ściana zewnętrzna kanału warstwowa grubości 53cm (łącznie z ociepleniem i warstwami wykończeniowymi stanowi jednocześnie ścianę zewnętrzną budynku. Warstwa konstrukcyjna wewnętrzna betonowa monolityczna, grubości 25cm. Ściana wewnętrzna kanału, oddzielająca kanał od pozostałej części piwnicy, do wierzchu stropu pośredniego betonowa monolityczna grubości 20cm łącznie z tynkiem, powyżej murowana z cegły ceramicznej pełnej gr 16cm łącznie z tynkiem. Ściana zamykająca piwnicę od strony hali betonowa monolityczna grubości 27cm łącznie z tynkiem.

Ściany parteru murowane z cegły ceramicznej. Ściana zewnętrzna podłużna grubości 57cm łącznie z tynkiem oraz izolacją termiczną. Ściana podłużna wewnętrzna oddzielająca laboratorium od hali technologicznej grubości 27cm łącznie z tynkiem.

Ściana wewnętrzna oddzielająca pom. laboratorium od części komunikacyjnej łączącej laboratorium z halą technologiczną murowana z cegły ceramicznej, grubości łącznie z tynkiem 17cm. Drzwi wewnętrzne łączące komunikację z laboratorium, dwuskrzydłowe o wymiarach 130x200cm.

Od strony laboratorium wykonany jest przeszklony przedsionek w konstrukcji pcv, z drzwiami dwuskrzydłowymi o wymiarach 160x212cm.

Stropy

Stropy nad piwnicą w obrębie laboratorium 33 żelbetowe kanałowe typu A oparte na ścianie szczytowej oraz na stalowych podciągach HEC340 w rozstawie co 6,0m. Podciągi oparte są na ścianach piwnicy oraz na ścianie wewnętrznej kanału. Zastosowano płyty kanałowe o szerokościach 2x90cm oraz 2x120cm, przy czym płyta skrajna, od strony ściany zewnętrznej złożona jest z dwóch części o szerokości 60cm i 56cm (prawdopodobnie płyta o szerokości 120cm została przecięta wzdłuż kanału środkowego i dopasowana do szerokości wolnej przestrzeni w stropie) .



Zawiesia do demontażu na czas montażu podciągów

Nad parterem stropodach pogrążony. Konstrukcje stropodachu stanowią żelbetowe płyty kanałowe oparte na żelbetowych podciągach opartych na ścianie podłużnej zewnętrznej murowanej oraz na ścianie przylegającej do słupów hali gr 25 cm.

Rozstawy osi podciągów nie pokrywają się na poszczególnych kondygnacji łącznika.

Pokrycie stropodachu papą termozgrzewalną. Odprowadzenie wód opadowych z powierzchni stropodachu rurą spustową wewnętrzną. Rura spustowa usytuowana jest laboratorium 33, w narożniku od strony korytarza a w przestrzeni pomiędzy stropem nad piwnicą a stropem pośrednim nad kanałem przebiega ukośnie i wyprowadzona jest w pomieszczeniu piwnicy, gdzie schodzi pionowo w dół.



Stan techniczny łącznika jest średni.

Na ścianach i stropie, w dolnej części kanału technicznego stwierdzono pionowe pęknięcia o rozwarciu rysy około 1mm. Pęknięcia pojawiają się w rozstawie od 300÷380cm. Pierwsze

pęknięcie występuje na styku ściany szczytowej budynku z kanałem. Widoczne zawilgocenie krawędzi w miejscu pęknięcia oraz odsłonięty pręt zbrojeniowy, na którym widoczne są ślady korozji wskazują na nieprawidłowe wykonanie izolacji. Pozostałe pęknięcia nie wykazują śladów zawilgocenia. Charakter pęknięć oraz ich rozmieszczenie wskazuje na błędy wykonawcze przy betonowaniu ścian: brak prawidłowej pielęgnacji betonu oraz brak termicznych przerw dylatacyjnych.

Przed przystąpieniem do prac związanych z przygotowaniem konstrukcji stropu pod montaż tomografu, należy wykonać naprawę rys i spękań ścian i stropu. Naprawa konstrukcji musi przywrócić pełną przydatność i zabezpieczyć przed dalszym procesem destrukcji konstrukcji.

Prace naprawcze powinny przywrócić integralność konstrukcji i zdolność przenoszenia przez nią obciążeń ściskających i rozciągających.



5. OPIS STANU PROJEKTOWANEGO

Założenia dotyczące montażu nowego urządzenia typu tomograf zostały przedstawione i uzgodnione z użytkownikiem obiektu. Planuje się montaż tomografu przy ścianie wewnętrznej oddzielającej laboratorium od korytarza w przestrzeni pomiędzy ścianą podłużną zewnętrzną a wejściem do laboratorium. Maksymalne wymiary urządzenia wynoszą 255x127x190cm, maksymalny ciężar 4550kG. Ciężar tomografu w przeliczeniu na m² powierzchni wynosi 13,90 KN/m².

6. ANALIZA WYTRZYMAŁOŚCIOWA

Obciążenia charakterystycznych użytkowe dla stropów przyjęto zgodnie z normą PN-EN 1991-1-4 2008P :

- w salach naukowych wynoszą 3,0 KN/m²,

Płyty kanałowe typu A - II projektowane są na obciążenia użytkowe 3,5KN/m².

$p_{\text{tomograf}} = 13,90 \text{ KN/m}^2 > p = 3,5 \text{ KN/m}^2$

Obciążenia użytkowe w obrębie tomografu przeznaczonego do montażu przekraczają około czterokrotnie obciążenia użytkowe przyjęte dla pomieszczenia laboratorium.

7. WNIOSKI

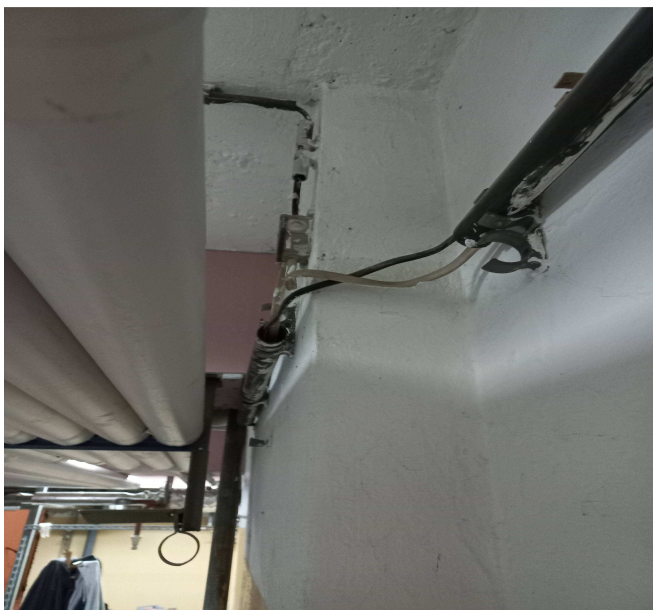
Na podstawie oględzin obiektu oraz obliczeń statycznych sprawdzających stwierdzono, że możliwe jest wykonanie zamierzonych prac budowlanych, pod warunkiem wykonania

konstrukcji wsporczej pod projektowane urządzenie, niezależnej nie obciążającej istniejącej płyty stropowej.

7. ZALECENIA

Projektowana przebudowa budynku jest możliwa i nie wpłynie negatywnie na stan bezpieczeństwa istniejącego obiektu pod warunkiem zastosowania się do następujących zaleceń:

1. Konstrukcje wsporczą pod projektowany tomograf wykonać w formie podestu stalowego opartego na projektowanych podciągach stalowych, zamontowanych poniżej istniejącego stropu nad piwnicą. Płytę podestu opierać na słupkach stalowych (szt 8), przechodzących przez płytę kanałową i mocowanych do dwóch podciągów stalowych, usytuowanych powyżej stropu nad kanałem i opartych na ścianach podłużnych budynku oraz na ścianie wewnętrznej kanału. Przejście słupków przez płytę stropową wykonać w miejscach kanałów, nie naruszając żeber pomiędzy nimi. Podciągi zaprojektować przy założeniu, że montaż będzie prowadzony od wewnątrz pomieszczeń bez przebijania się przez ściany zewnętrzne. Wierzch płyty podestowej wyrównać z wierzchem posadzki w laboratorium.
2. Przed przystąpieniem do prac związanych z montażem konstrukcji wsporczej pod tomograf, należy:
 - Przygotować front robót : wyburzyć fragment żelbetowego stropu pośredniego w kanale,
 - Naprawić pęknięcia w ścianie wewnętrznej kanału. Przyjęto technologię naprawy przez iniekcję, z zastosowaniem żywicy iniekcyjnej przenoszącej naprężenia. Konieczna jest naprawa pęknięć w obrębie lokalizacji projektowanego urządzenia. - przełożyć istniejącą, kolidującą z projektowaną konstrukcją wsporczą pod tomograf, rurę spustową przebiegającą w przestrzeni pomiędzy stropem nad piwnicą a stropem pośrednim nad kanałem.
 - Zdemontować drzwi do laboratorium oraz fragment ścianki przedsionka, dla umożliwienia przetransportowania, przeznaczonego do montażu, tomografu.
 - Wyciąć posadzkę na powierzchni 261x131cm, na głębokość 6cm, w miejscu lokalizacji projektowanego podestu pod tomograf.
 - Zdemontować świetlówkę usytuowaną w miejscu lokalizacji projektowanego podciągu P1. Świetlówkę zdemontować łącznie z kablem zasilającym i puszką. Po zamontowaniu podciągów, należy wykonać nowe podłączenie do istniejącej instalacji (puszka elektryczna natynkowa + kabel) oraz podwiesić świetlówkę do sufitu w polu pomiędzy podciągami.



Kabel i puszka natynkowa do przeniesienia



Fragment ścianki przedsionka do demontażu

3. W przypadku stwierdzenia w trakcie wykonywania prac niezgodności pomiędzy założeniami niniejszej opinii a stanem istniejącym należy skontaktować się z projektantem.
4. Wszystkie prace związane z projektowaną inwestycją należy wykonywać z zachowaniem warunków BHP i p. poż. pod nadzorem osoby posiadającej odpowiednie uprawnienia.
5. Przy montażu oraz eksploatacji tomografu należy spełnić wszystkie wymagania zawarte w Ustawie z dnia 29 listopada 2000 r. z późniejszymi zmianami – Prawo atomowe.

OPRACOWAŁA:

mgr inż. Irena Ciesielska
upr. bud. 198/Sz/76

VI. ZAŁĄCZNIKI

OŚWIADCZENIE

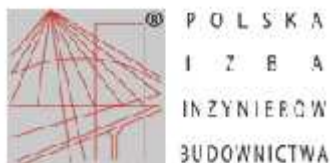
Zgodnie z Ustawą „Prawo Budowlane” z dnia 7 lipca 1994 r. tj. z dnia 7 lipca 2020 r. (Dz.U. z 2020 r. poz. 1333) art. 41 ust. 4a pkt 2, oświadczam, że projekt techniczny:

"Wzmocnienie stropu w laboratorium 33 w budynku LHT WiMiM"
Szczecin , al. Piastów 19a działki nr dz.geod.2 obręb 2255 ,
identyfikator 326201_1

został sprawdzony i uznany za sporządzony prawidłowo zgodnie z obowiązującymi przepisami, umową i normami i zasadami wiedzy technicznej.

mgr inż. Irena Ciesielska

mgr inż. Krzysztof Kus



Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

ZAP-F46-G4R-Y9Q *

Pani Irena Maria CIESIELSKA o numerze ewidencyjnym ZAP/BO/0633/01

adres zamieszkania ul. Krasickiego 14, 71-333 SZCZECIN

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

Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2023-01-01 do 2023-12-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2023-01-05 roku przez:

Jan Bobkiewicz, Przewodniczący Rady Zachodniopomorskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

(Zgodnie art. 3 ust 2 ustawy z dnia 18 września 2001 r. o podpisie elektronicznym (Dz. U. 2001 Nr 130 poz. 1430) dane w postaci elektronicznej opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu są równoważne pod względem skutków prawnych dokumentom opatrzonym podpisami własnoręcznymi.)

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

Nr ewid. 198/Sz/76

STWIERDZENIE PRZYGOTOWANIA ZAWODOWEGO
do pełnienia samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie

Na podstawie § 6 ust. 3, § 4 ust. 2, § 7 oraz § 13 ust. 1 pkt. 2
lit. rozporządzenia Ministra Gospodarki Terenowej i Ochrony
Środowiska z dnia 20 lutego 1975 r. w sprawie samodzielnych funkcji
technicznych w budownictwie (Dz. U. Nr 8, poz. 46) stwierdza się, że:

Obywatel C I E S I E L S K A Irena, Maria

magister inżynier budownictwa lądowego.

urodzony dnia 17 marca 1948 r. w Białogardzie

posiada przygotowanie zawodowe do wykonywania samodzielnej
funkcji projektanta -----

w specjalności: konstrukcyjno-budowlanej -----

oraz jest upoważniony do:

- 1/ sporządzania projektów w zakresie rozwiązań konstrukcyjno-budowlanych budynków oraz innych budowli, z wyłączeniem linii, węzłów i stacji kolejowych, dróg oraz lotniskowych dróg startowych i manipulacyjnych, mostów, budowli hydro-technicznych i melioracji wodnych,
- 2/ sporządzania w budownictwie osób fizycznych projektów w zakresie rozwiązań architektonicznych:
 - a/ budynków inwentarskich i gospodarczych, adaptacji projektów typowych i powtarzalnych innych budynków oraz sporządzania planów zagospodarowania działki związanych z realizacją tych budynków,
 - b/ budowli nie będących budynkami,
- 3/ w budownictwie osób fizycznych - do kierowania, nadzorowania i kontrolowania budowy, kierowania i kontrolowania wytwarzania konstrukcyjnych elementów budowlanych oraz oceniania i badania stanu technicznego obiektów budowlanych.

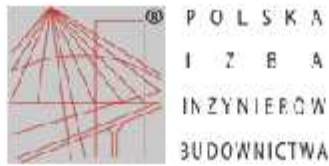
Stwierdzenie niniejsze nie obejmuje samodzielnych funkcji technicznych, w objętym prawem górniczym budownictwie obiektów budowlanych zakładów górniczych.



(pieczęć okrągła)

Z up. Wojewody

mgr Bernard Wojtczak
Dyrektor Wydziału



Zaświadczenie
o numerze weryfikacyjnym:
ZAP-QX2-DQR-T3R *

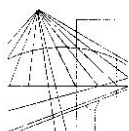
Pan Krzysztof Mieczysław KUS o numerze ewidencyjnym ZAP/BO/0058/13
adres zamieszkania ul. Bronowicka 5/34, 71-012 SZCZECIN
jest członkiem Zachodniopomorskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada
wymagane ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.
Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2023-02-01 do 2024-01-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym
weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2022-12-29 roku przez:

Jan Bobkiewicz, Przewodniczący Rady Zachodniopomorskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

(Zgodnie art. 3 ust 2 ustawy z dnia 18 września 2001 r. o podpisie elektronicznym (Dz. U. 2001 Nr 130 poz. 1430) dane w postaci
elektronicznej opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu są
równoważne pod względem skutków prawnych dokumentom opatrzonym podpisami własnoręcznymi.)

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



DECYZJA

Na podstawie art. 24 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 15 grudnia 2000 r. o samorządach zawodowych architektów, inżynierów budownictwa oraz urbanistów (Dz. U. z 2001 r. Nr 5, poz. 42, ze zm.), art. 12 ust. 3, art. 13 ust. 1 pkt 1, art. 14 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (t.j. Dz. U. z 2010 r. Nr 243, poz. 1623, ze zm.) oraz § 17 ust. 1 pkt 1 rozporządzenia Ministra Transportu i Budownictwa z dnia 28 kwietnia 2006 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (Dz. U. z 2006 r. Nr 83, poz. 578, ze zm.) i art. 104 ustawy z dnia 14 czerwca 1960 r. Kodeks postępowania administracyjnego (t.j. Dz. U. z 2000 r. Nr 98, poz. 1071, ze zm.)

decyzją Zachodniopomorskiej Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej

Pan mgr inż. Krzysztof Mieczysław Kus
urodzony dnia 01 stycznia 1973 r. w Międzyzdrojach

otrzymuje

UPRAWNIENIA BUDOWLANE
numer ewidencyjny ZAP/0129/POOK/12

w specjalności konstrukcyjno-budowlanej
do projektowania bez ograniczeń.

1. Uprawnienia budowlane w specjalności konstrukcyjno-budowlanej do projektowania bez ograniczeń uprawniają do projektowania w zakresie:

- 1) sporządzania projektu architektoniczno-budowlanego w odniesieniu do konstrukcji obiektu, zgodnie z § 17 ust. 1 pkt 1 rozporządzenia Ministra Transportu i Budownictwa z dnia 28 kwietnia 2006 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie;
- 2) sporządzania projektu zagospodarowania działki lub terenu w zakresie nadanej specjalności, zgodnie z § 15 ww. rozporządzenia.

2. Na podstawie art. 12 ust. 1 pkt 1 i 5 oraz art. 13 ust. 4 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane niniejsze uprawnienia, w zakresie objętym nadaną specjalnością, stanowią również podstawę do:

- 1) sprawdzania projektów architektoniczno-budowlanych i sprawowania nadzoru autorskiego;
- 2) sprawowania kontroli technicznej utrzymania obiektów budowlanych.

Uzasadnienie

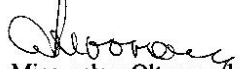
W związku z uwzględnieniem w całości żądania strony, na podstawie art. 107 § 4 ustawy z dnia 14 czerwca 1960 r. Kodeks postępowania administracyjnego odstępuje się od uzasadniania decyzji.

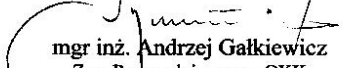
Pouczenie

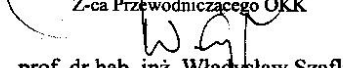
Od niniejszej decyzji służy odwołanie do Krajowej Komisji Kwalifikacyjnej Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa w Warszawie, za pośrednictwem Zachodniopomorskiej Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej Zachodniopomorskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa w Szczecinie w terminie 14 dni od daty jej doręczenia.

Skład Orzekający Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej




mgr inż. Mieczysław Ołtarzewski
Przewodniczący OKK


mgr inż. Andrzej Galkiewicz
Z-ca Przewodniczącego OKK


prof. dr hab. inż. Władysław Szaflik
Członek OKK

Otrzymują:

1. Pan Krzysztof Mieczysław Kus
ul. Bronowicka 5/34
71-012 Szczecin
2. Główny Inspektor Nadzoru Budowlanego
3. Okręgowa Rada ZOIB
4. OKK ZOIB – aa

OBLCZENIA STATYCZNE

Wzmocnienie stropu w laboratorium 33 w budynku LHT WiMiM w ramach zadania

" Modernizacja laboratoriów - odwodnienie ścian piwnicznych,,

Ściana wewn. pod proj. podciągami P1

DANE:

Ze względu na brak danych dotyczących zbrojenia istniejącej ściany, do obliczeń, przyjęto ścianę betonową murowaną (parametry poniżej). Jest to dopuszczalne ponieważ nośność rzeczywistej ściany jest większa niż ściany przyjętej.

Nośność

DANE:

Materiał:

Elementy murowe: Bloczki betonowe kl.20

- element z betonu kruszywowego grupy 1
- znormalizowana wytrzymałość elementu na ściskanie $f_b = 20,0$ MPa
- kategoria elementu I

Zaprawa murarska: zwykła klasy M15, przepisana $\rightarrow f_m = 15,0$ MPa

\rightarrow Wytrzymałość charakterystyczna muru na ściskanie $f_k = 7,34$ MPa

Geometria:

Położenie ściany: Ściana wewnętrzna

Typ ściany: Ściana jednowarstwowa

Grubość ściany $t = 16,0$ cm

Długość ściany $l = 86,0$ cm

Wysokość ściany $h = 260,0$ cm

Podparcie ściany:

- ściana zamocowana u góry i u dołu z uwagi na przesuw (np. przez wieniec odpowiedniej sztywności lub strop drewniany) i nie zamocowana z uwagi na obrót.

Obciążenia:

Obciążenie obliczeniowe z wyższych kondygnacji $N_{1d} = 76,00$ kN

Ciężar objętościowy muru $\rho = 24,0$ kN/m³

\rightarrow Ciężar własny charakterystyczny ściany $G_k = 8,59$ kN

ZAŁOŻENIA:

Warunki stosowania metody uproszczonej, wymienione w p.4.2.1 normy PN-EN 1996-3 są spełnione

Sytuacja obliczeniowa: trwała

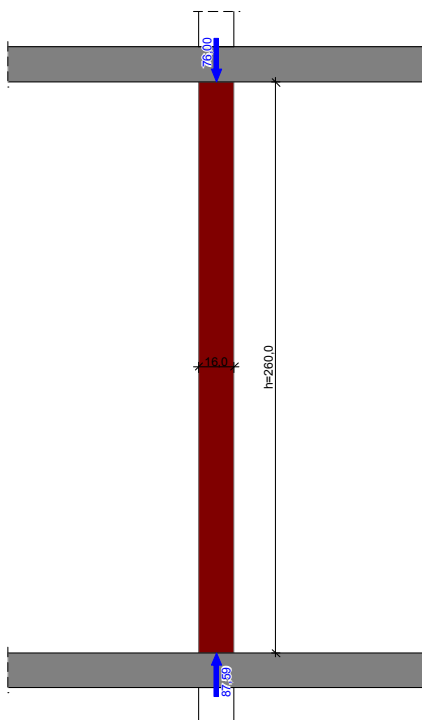
Kategoria wykonania robót: B

\rightarrow Częściowy współczynnik bezpieczeństwa dla muru $\gamma_M = 2,2$

Współczynnik częściowy dla ciężaru własnego ściany $\gamma_G = 1,35$

Współczynnik częściowy dla obciążenia poziomego od wiatru $\gamma_Q = 1,50$

WYNIKI - Ściana obciążona głównie pionowo - metoda uproszczona wg PN-EN 1996-3, p.4.2



Warunek nośności:

$$\Phi_s = 0,560, A = 0,138 \text{ m}^2, f_d = f_k / (\gamma_M \cdot \gamma_{Rd}) = 2,40 \text{ MPa}$$

$$N_{Ed} = 87,59 \text{ kN} < N_{Rd} = \Phi_s \cdot A \cdot f_d = 184,71 \text{ kN} \quad (47,4\%)$$

Docisk

DANE:

Materiał:

Elementy murowe: Bloczki betonowe kl.20

- element z betonu kruszywowego grupy 1
- znormalizowana wytrzymałość elementu na ściskanie $f_b = 20,0 \text{ MPa}$
- kategoria elementu I

Zaprawa murarska: zwykła klasy M15, przepisana $\rightarrow f_m = 15,0 \text{ MPa}$

\rightarrow Wytrzymałość charakterystyczna muru na ściskanie $f_k = 7,34 \text{ MPa}$

Geometria:

Grubość ściany $t = 16,0 \text{ cm}$

Długość ściany $l = 50,0 \text{ cm}$

Wysokość ściany $h = 280,0 \text{ cm}$

Obciążenia:

Obciążenie obliczeniowe pionowe skupione $N_{Edc} = 76,00 \text{ kN}$

Pole oddziaływania obciążenia skupionego $a_l \times a_t = 50,0 \text{ cm} \times 12,0 \text{ cm}$

Odległość obciążenia od prawej krawędzi ściany $25,0 \text{ cm}$

Wysokość ściany do poziomu obciążenia $h_c = 280,0 \text{ cm}$

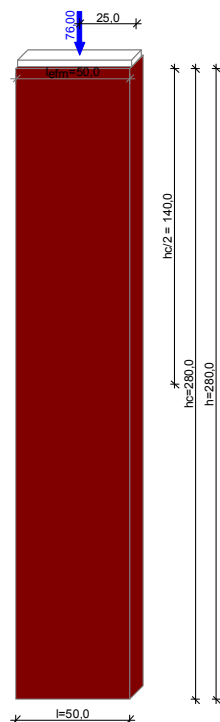
ZAŁOŻENIA:

Sytuacja obliczeniowa: trwała

Kategoria wykonania robót: A

\rightarrow Częściowy współczynnik bezpieczeństwa dla muru $\gamma_M = 2,0$

WYNIKI - Ściana obciążona siłą skupioną - metoda podstawowa wg PN-EN 1996-1-1, p.6.1.3



Warunek nośności:

$$\beta = 1,005, A_b = 0,060 \text{ m}^2, f_d = f_k / (\gamma_M \cdot \gamma_{Rd}) = 1,83 \text{ MPa}$$

$$N_{Edc} = 76,00 \text{ kN} < N_{Rdc} = \beta \cdot A_b \cdot f_d = 110,63 \text{ kN} \quad (68,7\%)$$

Uwaga: Ścianę należy dodatkowo sprawdzić jako ścianę obciążoną głównie pionowo.

Ściana wewn. pod istn. podciągami

DANE:

Materiał:

Elementy murowe: Bloczki betonowe kl.20

- element z betonu kruszywowego grupy 1
- znormalizowana wytrzymałość elementu na ściskanie $f_b = 20,0 \text{ MPa}$
- kategoria elementu I

Zaprawa murarska: zwykła klasy M15, przepisana $\rightarrow f_m = 15,0 \text{ MPa}$

\rightarrow Wytrzymałość charakterystyczna muru na ściskanie $f_k = 7,34 \text{ MPa}$

Geometria:

Położenie ściany: Ściana wewnętrzna

Typ ściany: Ściana jednowarstwowa

Grubość ściany $t = 16,0 \text{ cm}$

Długość ściany $l = 128,0 \text{ cm}$

Wysokość ściany $h = 260,0 \text{ cm}$

Analizowany przypadek stanowi fragment dłuższej ściany $\rightarrow \gamma_{Rd} = 1,00$

Podparcie ściany:

- ściana zamocowana u góry i u dołu z uwagi na przesuw i obrót, kiedy zbrojony lub sprężony strop lub dach oparty jest na ścianie za pośrednictwem wieńca żelbetowego sięgającego na co najmniej 2/3 grubości ściany i nie mniej niż 85 mm.

Obciążenia:

Obciążenie obliczeniowe z wyższych kondygnacji $N_{1d} = 430,00 \text{ kN}$

Ciężar objętościowy muru $\rho = 24,0 \text{ kN/m}^3$

\rightarrow Ciężar własny charakterystyczny ściany $G_k = 12,78 \text{ kN}$

ZAŁOŻENIA:

Warunki stosowania metody uproszczonej, wymienione w p.4.2.1 normy PN-EN 1996-3 są spełnione

Sytuacja obliczeniowa: trwała

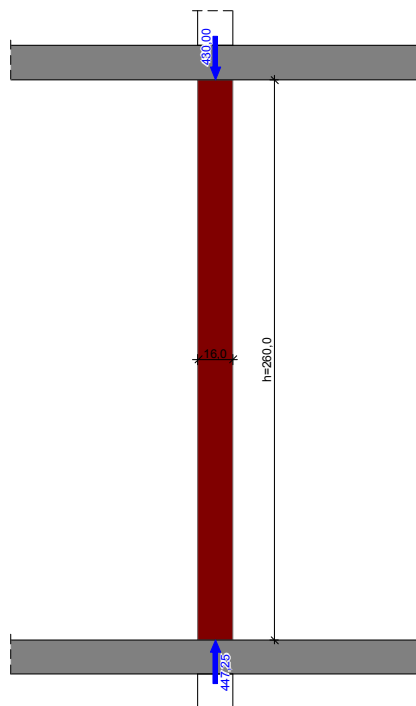
Kategoria wykonania robót: B

→ Częściowy współczynnik bezpieczeństwa dla muru $\gamma_M = 2,2$

Współczynnik częściowy dla ciężaru własnego ściany $\gamma_G = 1,35$

Współczynnik częściowy dla obciążenia poziomego od wiatru $\gamma_Q = 1,50$

WYNIKI - Ściana obciążona głównie pionowo - metoda uproszczona wg PN-EN 1996-3, p.4.2

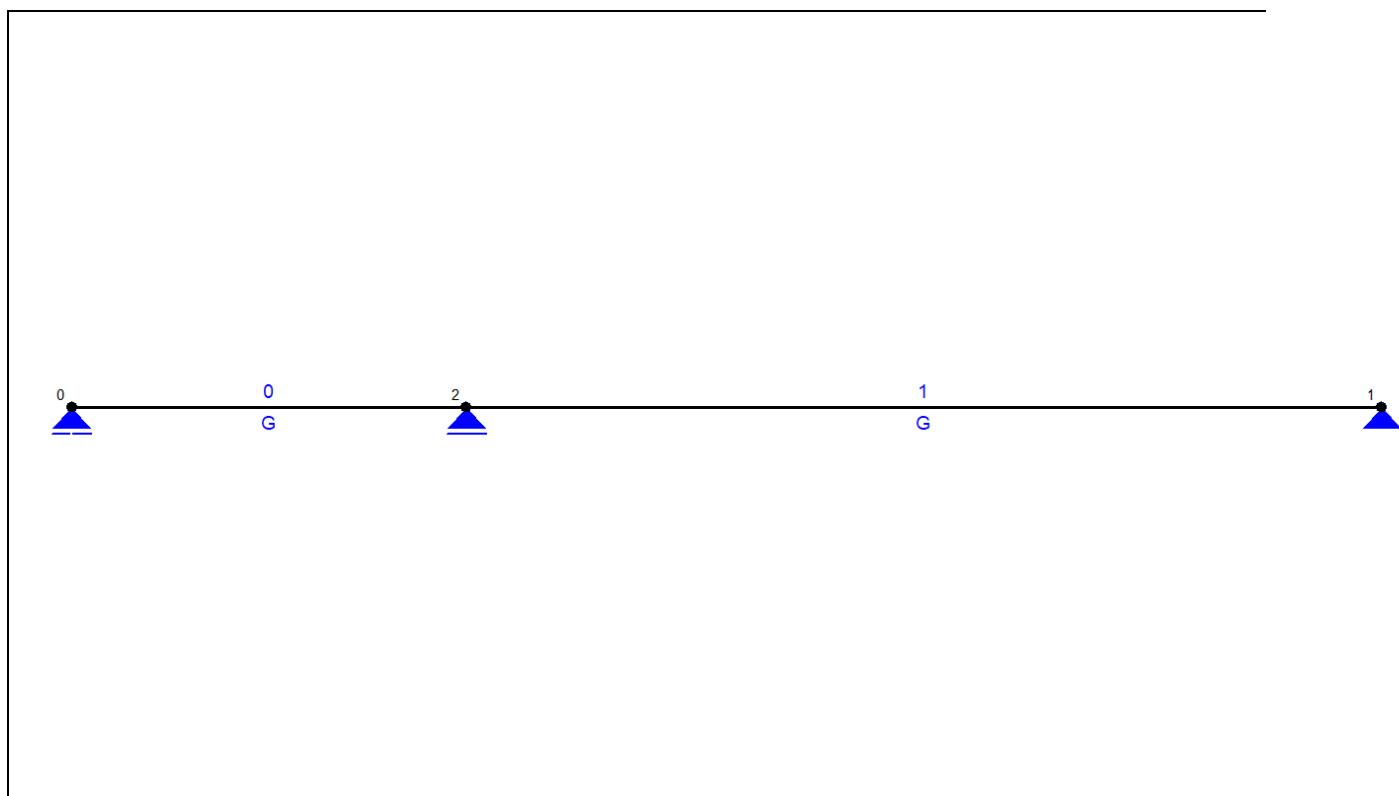


Warunek nośności:

$$\Phi_s = 0,687, A = 0,205 \text{ m}^2, f_d = f_k / \gamma_M = 3,34 \text{ MPa}$$

$$N_{Ed} = 447,25 \text{ kN} < N_{Rd} = \Phi_s \cdot A \cdot f_d = 469,06 \text{ kN} \quad (95,4\%)$$

CHARAKTERYSTYKA ELEMENTÓW PRĘTOWYCH



Podstawowe informacje o prętach układu

Nr	W1	W2	Profil 1	Profil 2	Typ
0	0	2		----	utw
1	2	1		----	utw

W tabeli użyto oznaczeń: W1 - węzeł początkowy elementu; W2 - węzeł końcowy elementu, utw - element bez przegubów; ppk - element z przegubem na początku i końcu; pp - element z przegubem na początku; pk - element z przegubem na końcu.

Dodatkowe informacje o prętach układu

Nr	Nazwa	Opis
0	element nr 0	Brak opisu elementu.
1	element nr 0	Brak opisu elementu.

Charakterystyka sił związanych z grupą: stałe 1

Nr	Pręt	Typ	Kąt [st]	S1 [m]	S2 [m]	W1 [kN(m)]	W2 [kN(m)]	Tg [K]	Td [K]
0	0	Liniowe X	0.00	0.720	1.945	77.000	77.000	----	----
1	1	Liniowe X	0.00	0.000	1.382	77.000	77.000	----	----

Charakterystyka sił związanych z grupą: użytkowe 1

Nr	Pręt	Typ	Kąt [st]	S1 [m]	S2 [m]	W1 [kN(m)]	W2 [kN(m)]	Tg [K]	Td [K]
----	------	-----	----------	--------	--------	------------	------------	--------	--------

Charakterystyka sił związanych z grupą: technologiczne 1

Nr	Pręt	Typ	Kąt [st]	S1 [m]	S2 [m]	W1 [kN(m)]	W2 [kN(m)]	Tg [K]	Td [K]
2	0	Punktowe	0.00	0.720	----	45.000	----	----	----
3	1	Punktowe	0.00	1.382	----	45.000	----	----	----

Uwzględnienie ciężaru własnego

Pręt	Ciężar własny
0	UWZGLĘDNIONO
1	UWZGLĘDNIONO

UWAGA! Obciążenie ciężarem własnym jest automatycznie przypisywane do grupy obciążenia: "Ciężar własny konstrukcji".

strop kanałowy całość

Typ: Obc. użytkownika

Opis: Obciążenie użytkownika

Współczynniki normowe: $+\gamma=1.00$; $\Psi_0=1.00$; $\Psi_1=1.00$; $\Psi_2=1.00$

Parametry obciążenia

Typ: Obc. powierzchniowe

Wartość: 5.700kN/m²

Do dalszych obliczeń przyjęto: 5.7 kN/m² (Zalecana)

Obciążenie użytkowe

Typ: Obciążenie użytkowe

Opis: Stropy, schody wewnętrzne oraz balkony, C1

Współczynniki normowe: $+\gamma=1.50$; $\Psi_0=0.70$; $\Psi_1=0.70$; $\Psi_2=0.60$

Parametry obciążenia

Wybrana kategoria obciążenia: Stropy, schody wewnętrzne oraz balkony

Wybrana kategoria powierzchni: C1

Uwzględniono obciążenie przestawnymi ścianami działowymi o ciężarze własnym od 2.0 do 3.0 kN/m długości ściany -> 0.5kN/m₂.

Wartość obciążenia

Wartość obciążenia – maksymalna: 4.2 kN/m², minimalna: 3.2 kN/m², zalecana: 4.2 kN/m²

Do dalszych obliczeń przyjęto: 4.2 kN/m² (Maksymalna)

ciężar tomografu

Typ: Obc. użytkownika

Opis: Obciążenie użytkownika

Współczynniki normowe: $+\gamma=1.00$; $\Psi_0=1.00$; $\Psi_1=1.00$; $\Psi_2=1.00$

Parametry obciążenia

Typ: Obc. skupione

Wartość: 45.000kN

Do dalszych obliczeń przyjęto: 45.0 kN (Zalecana)

PODCIĄG P1

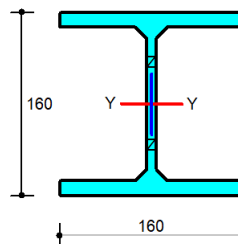
PRZĘSŁO NR 1 - Element stalowy [PN-EN 1993-1-1]

Informacje o elemencie

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

Węzły: 0 (x=2.100m, y=3.400m); 2 (x=4.045m, y=3.400m)

Profil: HE-B 160 (S 235)



Wyniki dla elementu

Całkowite wyężenie elementu: 20%

Rozciąganie: 0 %

Ściskanie: 0 %

Zginanie: 20 %

Zginanie z siłą podłużną: 20 %

Zginanie ze ściskaniem: 8 %

Ścinanie: 12 %

Środek pod obciążeniem skupionym: 12 %

Smukłość: 0 %

Ugięcia: 7 %

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 $l_{o,y} = 1.9\text{m}$

– w pł. układu: $\eta_1 = 1.000$ $\eta_2 = 1.000$ $\eta_v = 0.000 \rightarrow \mu_z = 1.000$ oraz $l_{o,z} = 1.9\text{m}$

Wyboczenie skrętne: $\mu_\omega = 1.000$ oraz $l_{o,\omega} = 1.9\text{m}$

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

Siły krytyczne

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 E I_y}{(\mu_y l)^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210000.0 \text{ MPa} \cdot 2492.0 \text{ cm}^4}{(1.000 \cdot 1.9 \text{ m})^2} = 13653.3 \text{ kN}$$

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 E I_z}{(\mu_z l)^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210000.0 \text{ MPa} \cdot 889.2 \text{ cm}^4}{(1.000 \cdot 1.9 \text{ m})^2} = 4872.0 \text{ kN}$$

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

$$N_{cr,T} = \frac{1}{7.9^2} \left[\frac{\pi^2 \cdot 210000.0 \text{ MPa} \cdot 47943.2 \text{ cm}^6}{(1.000 \cdot 1.9 \text{ m})^2} + 80769.2 \text{ MPa} \cdot 29.9 \text{ cm}^4 \right] = 8094.9 \text{ kN}$$

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

$$R = (4872.0 + 8094.9)^2 - 4 \cdot 4872.0 \cdot 8094.9 (1 - 1.000 \cdot -0.02 / 7.895^2) = 10387319.4 \text{ kN}$$

$$N_{TF,yz} = \frac{(4872.0 + 8094.9) - \sqrt{10387319.4}}{2(1 - 1.000 \cdot -0.02 / 7.895^2)} = 4872.0 \text{ kN}$$

Moment krytyczny

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

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

Współczynniki ze względu na podparcie i obciążenie: $C_1 = 1.13$, $C_2 = 0.46$, $C_3 = 0.53$

Współrzędna przyłożonego obciążenia względem środka ciężkości: $z_a = 8.0\text{cm}$

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

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

$$N_{cr,z} = \pi^2 E I_z / (\mu_{z,Mcr} L)^2 = \pi^2 21000.0 \cdot 889.2 / (1.00 \cdot 194.5)^2 = 4872.0\text{kN}$$

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

$$V = C_2 (z_a - z_s) - C_3 z_j = 0.46(8.0 - 0.0) - 0.53 \cdot 0.0 = 3.67$$

$$M_{cr} = 1e - 2 \cdot 1.13 \cdot 4872.0 \left\{ \left[\left(\frac{1.00}{1.00} \right)^2 \frac{47943.2}{889.2} + \frac{8076.9 \cdot 29.9}{4872.0} + 3.67 \right]^{0.5} - 3.67 \right\} = 394.13\text{kNm}$$

Ściskanie (0.0 %)

Przekrój: $x/L=1.000$, $L=1.94\text{m}$; Kombinacja: Komb. 8 (+0,+1,+2,-3,+K4,+K5,+K6,+K8,+K13,+K14,+K15,+16,)

Pole przekroju (klasa 1): $A = A_{brutto} = 54.3\text{cm}^2$

$$\text{Nośność obliczeniowa przekroju: } N_{c,Rd} = \frac{A f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{54.3 \cdot 23.5}{1.0} = 1274.9\text{kN}$$

Współczynniki wybocheniowe (Tablica 11):

$$\bar{\lambda}_y = \sqrt{N_{c,Rd} / N_{cr,y}} = 1274.9 / 13653.3 = 0.306 \rightarrow \text{krzywa 'b'} \rightarrow \chi_y(\bar{\lambda}_y) = 0.962 \text{ (giętne x-x)}$$

$$\bar{\lambda}_z = \sqrt{N_{c,Rd} / N_{cr,z}} = 1274.9 / 4872.0 = 0.512 \rightarrow \text{krzywa 'c'} \rightarrow \chi_z(\bar{\lambda}_z) = 0.837 \text{ (giętne y-y)}$$

$$\bar{\lambda}_x = \sqrt{N_{c,Rd} / N_{cr,x}} = 1274.9 / 8094.9 = 0.397 \rightarrow \text{krzywa 'c'} \rightarrow \chi_x(\bar{\lambda}_x) = 0.899 \text{ (skrętne)}$$

$$\bar{\lambda}_{zx} = \sqrt{N_{c,Rd} / N_{cr,zx}} = 1274.9 / 4872.0 = 0.512 \rightarrow \text{krzywa 'c'} \rightarrow \chi_{zx}(\bar{\lambda}_{zx}) = 0.837 \text{ (giętno-skrętne)}$$

Przyjęto do obliczeń: $\chi = \min(\chi_i) = 0.837$

Warunek nośności (stateczności) elementu ściskanego:

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi A f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0.837 \cdot 54.3 \cdot 23.5}{1.0} = 1066.5\text{kN} > 0.0\text{kN} = N_{Ed}$$

Ścinanie (11.7 %)

Przekrój: $x/L=1.000$, $L=1.94\text{m}$; Kombinacja: Komb. 8 (+0,+1,+2,-3,+K4,+K5,+K6,+K8,+K13,+K14,+K15,+16,)

Ścinanie po kierunku osi głównej Z-Z

Przekrój czynny przy ścinaniu: $A_{v,z} = 10.7\text{cm}^2$

Warunek stateczności: $h_{w,z} / t_z = 16.8 < 60.0 = 72 \varepsilon / \eta$

Warunek nośności plastycznej:

$$V_{pl,Rd,z} = \frac{A_{v,z} f_y}{\sqrt{3} \gamma_{M0}} = \frac{10.7 \cdot 23.5}{\sqrt{3} \cdot 1.0} = 145.4\text{kN} > 17.0\text{kN} = V_{Ed,z}$$

Ścinanie po kierunku osi głównej Y-Y

Przekrój czynny przy ścinaniu: $A_{v,y} = 39.5\text{cm}^2$

Warunek nośności plastycznej:

$$V_{pl,Rd,y} = \frac{A_{v,y} f_y}{\sqrt{3} \gamma_{M0}} = \frac{39.5 \cdot 23.5}{\sqrt{3} \cdot 1.0} = 536.2\text{kN} > 0.0\text{kN} = V_{Ed,y}$$

Zginanie (19.9 %)

Przekrój: $x/L=1.000$, $L=1.94\text{m}$; Kombinacja: Komb. 8 (+0,+1,+2,-3,+K4,+K5,+K6,+K8,+K13,+K14,+K15,+16,)

Zginanie względem osi głównej Y-Y

Uwzględniono efekt szerokiego pasa zgodnie z EN1993-1-5 p.3.3. Przy sprawdzaniu nośności przyjęto stan sprężysty (bez względu na klasę przekroju, również w drugim kierunku) z ew. uwzględnieniem niestateczności lokalnej.

Pas górny - strona lewa:

$$\kappa = b_0 / L_e = 80.0 / 1945.0 = 0.041 \rightarrow \beta = \beta_1 = 1 / (1 + 6.4 \kappa^2) = 1 / (1.011) = 0.989$$

$$A_{eff} = \max(A_{c,eff} \beta^\kappa, A_{c,eff} \beta) = \max(1040 \cdot 0.989^{0.041}, 1040 \cdot 0.989) = 1040\text{mm}^2$$

Pas górny - strona prawa:

$$\kappa = b_0 / L_e = 80.0 / 1945.0 = 0.041 \rightarrow \beta = \beta_1 = 1 / (1 + 6.4 \kappa^2) = 1 / (1.011) = 0.989$$

$$A_{eff} = \max(A_{c,eff} \beta^\kappa, A_{c,eff} \beta) = \max(1040 \cdot 0.989^{0.041}, 1040 \cdot 0.989) = 1040\text{mm}^2$$

Pas dolny - strona lewa:

$$\kappa = b_0/L_e = 80.0/1945.0 = 0.041 \rightarrow \beta = \beta_1 = 1/(1 + 6.4 \kappa^2) = 1/(1.011) = 0.989$$

$$A_{eff} = \max(A_{c,eff}\beta^\kappa, A_{c,eff}\beta) = \max(1040 \cdot 0.989^{0.041}, 1040 \cdot 0.989) = 1040 \text{ mm}^2$$

Pas dolny - strona prawa:

$$\kappa = b_0/L_e = 80.0/1945.0 = 0.041 \rightarrow \beta = \beta_1 = 1/(1 + 6.4 \kappa^2) = 1/(1.011) = 0.989$$

$$A_{eff} = \max(A_{c,eff}\beta^\kappa, A_{c,eff}\beta) = \max(1040 \cdot 0.989^{0.041}, 1040 \cdot 0.989) = 1040 \text{ mm}^2$$

Wsp. zwiczenia:

$$\lambda_{LT} = \min \left[\sqrt{\frac{W_{eff,y} f_y}{M_{cr}}}, 3.0 \right] = \min \left[\sqrt{\frac{308.1 \cdot 23.5 \cdot 1e-2}{394.13}}, 3.0 \right] = 0.429 \rightarrow \chi_{LT}(\lambda_{LT}, \alpha_{LT}) = 0.989$$

$$\alpha_{LT} = 0.340$$

Nośność obliczeniowa z uwzględnieniem zwiczenia (przekrój efektywny - efekt szerokiego pasa):

$$M_{b,Rd,y} = \chi_{LT} \frac{W_{eff,y} f_y}{\gamma_{M1}} = 0.989 \frac{308.1 \cdot 23.5}{1.0} 1e-2 = 71.6 \text{ kNm}$$

Warunek nośności:

$$\frac{M_{Ed,y}}{M_{b,Rd,y}} = \frac{14.2}{71.6} = 0.20 < 1.0$$

Zginanie względem osi głównej Z-Z

Nośność obliczeniowa przekroju (klasa 1):

$$M_{c,Rd,z} = M_{eff,Rd,z} = \frac{W_{eff,z} f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{111.0 \cdot 23.5}{1.0} 1e-2 = 26.1 \text{ kNm}$$

Warunek nośności:

$$\frac{M_{Ed,z}}{M_{c,Rd,z}} = \frac{0.0}{26.1} = 0.00 < 1.0$$

Zginanie z siłą podłużną (19.7 %)

Przekrój: $x/L=1.000$, $L=1.94m$; Kombinacja: Komb. 8 (+0,+1,+2,-3,+K4,+K5,+K6,+K8,+K13,+K14,+K15,+16,)

Napężenia normalne w przekroju efektywnym z uwzględnieniem ew. wpływu siły poprzecznej:

$$\sigma_{x,Ed,eff} = \frac{N_{Ed}}{A_{eff}} + \frac{M_{Ed,y} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{J_{y,eff}} z_{eff} + \frac{M_{Ed,z} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{J_{z,eff}} y_{eff}$$

$$\sigma_{x,Ed,eff} = \frac{0.0}{53.4} + \frac{14.2 \cdot 1e2 + 0.0 \cdot 0.000}{2465.0} 8.0 + \frac{0.0 \cdot 1e2 + 0.0 \cdot 0.000}{888.1} 8.0 = 4.6 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$$

$$\sigma_{x,Ed,eff} = |46.2| < 235.0 = \frac{f_y}{\gamma_{M0}}$$

Dodatkowy warunek nośności (6.44) z uwzględnieniem ew. wpływu siły poprzecznej:

$$\frac{N_{Ed}}{A_{eff} f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} e_{Ny}}{W_{eff,y, \min} f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} e_{Nz}}{W_{eff,z, \min} f_y / \gamma_{M0}} < 1.0$$

$$\frac{0.0}{53.4 \cdot 23.5 / 1.0} + \frac{14.2 + 0.0 \cdot 0.000}{308.1 \cdot 10e-6 \cdot 23.5 \cdot 10e4 / 1.0} + \frac{0.0 + 0.0 \cdot 0.000}{111.0 \cdot 1e-6 \cdot 23.5 \cdot 1e4 / 1.0} = 0.197 < 1.0$$

Zginanie ze ściskaniem (8.0 %)

Przekrój: $x/L=1.000$, $L=1.94m$; Kombinacja: Komb. 8 (+0,+1,+2,-3,+K4,+K5,+K6,+K8,+K13,+K14,+K15,+16,)

Wyznaczenie współczynników interakcji (metoda 2, Załącznik B):

$$C_{my} = \max(0.1(1 - \psi) - 0.8\alpha_s, 0.4) = \max(0.1(1 + 0.000) + 0.8 \cdot 0.251, 0.4) = 0.400$$

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

$$C_{mLT} = C_{my} = 0.400$$

$$k_{yy} = \left[C_{my} \left(1 + 0.6 \min(\bar{\lambda}_y, 1) \frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right) \right]$$

$$k_{yy} = \left[0.400 \left(1 + 0.6 \min(0.306, 1) \frac{0.0}{0.962 \cdot 1274.9 / 1.0} \right) \right] = 0.401$$

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

$$k_{zz} = \left[1.000 \left(1 + 0.6 \min(0.512, 1) \frac{0.0}{0.837 \cdot 1274.9 / 1.0} \right) \right] = 1.003$$

$$k_{yz} = k_{zz} = 1.003$$

$$k_{zy} = 0.8k_{yy} = 0.8 \cdot 0.401 = 0.321$$

Warunki nośności dla elementu zginanego i ściskanego (klasa 1):

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} M_{y,Rk}} + k_{yz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} = 0.08 < 1.0$$

$$\frac{0.0}{0.962 \cdot 1274.9} + 0.401 \frac{14.2 + 0.0}{0.989 \cdot 72.4} + 1.003 \frac{0.000 + 0.000}{26.1} = 0.08 < 1.0$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} M_{y,Rk}} + k_{zz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} = 0.06 < 1.0$$

$$\frac{0.0}{0.837 \cdot 1274.9} + 0.321 \frac{14.2 + 0.0}{0.989 \cdot 72.4} + 1.003 \frac{0.000 + 0.000}{26.1} = 0.06 < 1.0$$

Środek pod obciążeniem skupionym (12.2 %)

Przekrój: $x/L=1.000$, $L=1.94m$; Kombinacja: Komb. 8 (+0,+1,+2,-3,+K4,+K5,+K6,+K8,+K13,+K14,+K15,+16,)

Dane dla najbardziej wyężonego środka [mm]: $t_w = 8.0$, $h_w = 134.0$, $t_f = 13.0$, $b_f = 160.0$

Parametr niestateczności:

$$k_F = 3.5 + 2 \left(\frac{h_w}{a} \right)^2 = 6 + 2 \left(\frac{134.0}{1000.0} \right)^2 = 3.536$$

Efektywna szerokość strefy obciążenia:

$$l_y = \min[S_s + 2t_f(1 + \sqrt{m_1 + m_2}), a] = \min[20.0 + 2 \cdot 13.0(1 + \sqrt{20.0 + 0.0}), 1000.0] = 162.3\text{mm}$$

Efektywny wymiar środka przy obciążeniu skupionym:

$$\lambda_F^- = \sqrt{\frac{l_y t_w f_{yw}}{0.9 k_F E t_w^3 / h_w}} = \sqrt{\frac{162.3 \cdot 8.0 \cdot 235.0}{0.9 \cdot 3.536 \cdot 210000.0 \cdot 8.0^3 / 134.0}} = 0.346$$

$$\chi_F = \min \left[\frac{0.5}{\lambda_F^-}, 1.0 \right] = \min \left[\frac{0.5}{0.346}, 1.0 \right] = 1.000$$

$$L_{\text{eff}} = \chi_F l_y = 1.000 \cdot 162.3 = 162.3\text{mm}$$

Nośność obliczeniowa środka:

$$F_{Rd} = \frac{f_{yw} L_{\text{eff}} t_w}{\gamma_{M1}} = \frac{235.0 \cdot 162.3 \cdot 8.0}{1.0} 1e-3 = 305.1\text{kN} > 37.2\text{kN} = F_{Ed}$$

Ugięcia (6.8 %)

Przekrój: $x/L=0.750$, $L=1.46m$; Kombinacja: ext U (0,1,2,3,6,)

Przemieszczenie w płaszczyźnie układu: $u_z = |0.1|\text{mm} < 1.9\text{mm} = u_{z,\text{lim}}$.

Przemieszczenie prostopadłe do pł. układu: $u_y = |0.0|\text{mm} < 1.9\text{mm} = u_{y,\text{lim}}$.

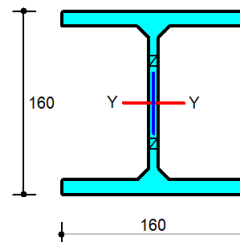
Uwaga! Przy obliczaniu ugięć nie wzięto pod uwagę ewentualnego efektu szerokiego pasa.

Informacje o elemencie

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

Węzły: 2 (x=4.045m, y=3.400m); 1 (x=8.560m, y=3.400m)

Profil: HE-B 160 (S 235)



Wyniki dla elementu

Całkowite wyężenie elementu: 43%

Rozciąganie: 0 %

Ściskanie: 0 %

Zginanie: 20 %

Zginanie z siłą podłużną: 3 %

Zginanie ze ściskaniem: 13 %

Ścinanie: 14 %

Środek pod obciążeniem skupionym: 12 %

Smukłość: 0 %

Ugięcia: 43 %

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 $l_{o,y} = 4.5m$

– w pł. układu: $\eta_1 = 1.000$ $\eta_2 = 1.000$ $\eta_v = 0.000 \rightarrow \mu_z = 1.000$ oraz $l_{o,z} = 4.5m$

Wyboczenie skrętne: $\mu_\omega = 1.000$ oraz $l_{o,\omega} = 4.5m$

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

Siły krytyczne

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 E I_y}{(\mu_y l)^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210000.0 \text{ MPa} \cdot 2492.0 \text{ cm}^4}{(1.000 \cdot 4.5 \text{ m})^2} = 2533.7 \text{ kN}$$

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 E I_z}{(\mu_z l)^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210000.0 \text{ MPa} \cdot 889.2 \text{ cm}^4}{(1.000 \cdot 4.5 \text{ m})^2} = 904.1 \text{ kN}$$

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

$$N_{cr,T} = \frac{1}{7.9^2} \left[\frac{\pi^2 \cdot 210000.0 \text{ MPa} \cdot 47943.2 \text{ cm}^6}{(1.000 \cdot 4.5 \text{ m})^2} + 80769.2 \text{ MPa} \cdot 29.9 \text{ cm}^4 \right] = 4662.5 \text{ kN}$$

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

$$R = (904.1 + 4662.5)^2 - 4 \cdot 904.1 \cdot 4662.5 (1 - 1.000 \cdot -0.0^2 / 7.895^2) = 14125308.7 \text{ kN}$$

$$N_{TF,yz} = \frac{(904.1 + 4662.5) - \sqrt{14125308.7}}{2(1 - 1.000 \cdot -0.0^2 / 7.895^2)} = 904.1 \text{ kN}$$

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: $C_1 = 1.13, C_2 = 0.46, C_3 = 0.53$

Współrzędna przyłożonego obciążenia względem środka ciężkości: $z_a = 8.0\text{cm}$

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

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

$$N_{cr,z} = \pi^2 E J_z / (\mu_{z,Mcrl} L)^2 = \pi^2 21000.0 \cdot 889.2 / (1.00 \cdot 451.5)^2 = 904.1\text{kN}$$

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

$$V = C_2 (z_a - z_s) - C_3 z_j = 0.46(8.0 - 0.0) - 0.53 \cdot 0.0 = 3.67$$

$$M_{cr} = 1e - 2 \cdot 1.13 \cdot 904.1 \left\{ \left[\left(\frac{1.00}{1.00} \right)^2 \frac{47943.2}{889.2} + \frac{8076.9 \cdot 29.9}{904.1} + 3.67 \right]^{0.5} - 3.67 \right\} = 149.71\text{kNm}$$

Ściskanie (0.0 %)

Przekrój: $x/L=0.000, L=0.00\text{m}$; Kombinacja: Komb. 7 (+0,+1,+2,-3,+K4,+K5,+K6,+K8,+K13,+K14,+K15,+16,)

Pole przekroju (klasa 1): $A = A_{brutto} = 54.3\text{cm}^2$

$$\text{Nośność obliczeniowa przekroju: } N_{c,Rd} = \frac{A f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{54.3 \cdot 23.5}{1.0} = 1274.9\text{kN}$$

Współczynniki wyboczeniowe (Tablica 11):

$$\bar{\lambda}_y = \sqrt{N_{c,Rd} / N_{cr,y}} = 1274.9 / 2533.7 = 0.709 \rightarrow \text{krzywa 'b'} \rightarrow \chi_y(\bar{\lambda}_y) = 0.778 \text{ (giętne x-x)}$$

$$\bar{\lambda}_z = \sqrt{N_{c,Rd} / N_{cr,z}} = 1274.9 / 904.1 = 1.187 \rightarrow \text{krzywa 'c'} \rightarrow \chi_z(\bar{\lambda}_z) = 0.440 \text{ (giętne y-y)}$$

$$\bar{\lambda}_x = \sqrt{N_{Rc} / N_{cr,x}} = 1274.9 / 4662.5 = 0.523 \rightarrow \text{krzywa 'c'} \rightarrow \chi_x(\bar{\lambda}_x) = 0.830 \text{ (skrętne)}$$

$$\bar{\lambda}_{zx} = \sqrt{N_{c,Rd} / N_{cr,zx}} = 1274.9 / 904.1 = 1.187 \rightarrow \text{krzywa 'c'} \rightarrow \chi_{zx}(\bar{\lambda}_{zx}) = 0.440 \text{ (giętno-skrętne)}$$

Przyjęto do obliczeń: $\chi = \min(\chi_i) = 0.440$

Warunek nośności (stateczności) elementu ściskanego:

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi A f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0.440 \cdot 54.3 \cdot 23.5}{1.0} = 560.7\text{kN} > 0.0\text{kN} = N_{Ed}$$

Ścinanie (13.9 %)

Przekrój: $x/L=0.000, L=0.00\text{m}$; Kombinacja: Komb. 7 (+0,+1,+2,-3,+K4,+K5,+K6,+K8,+K13,+K14,+K15,+16,)

Ścinanie po kierunku osi głównej Z-Z

Przekrój czynny przy ścinaniu: $A_{v,z} = 10.7\text{cm}^2$

Warunek stateczności: $h_{w,z} / t_z = 16.8 < 60.0 = 72 \varepsilon / \eta$

Warunek nośności plastycznej:

$$V_{pl,Rd,z} = \frac{A_{v,z} f_y}{\sqrt{3} \gamma_{M0}} = \frac{10.7 \cdot 23.5}{\sqrt{3} \cdot 1.0} = 145.4\text{kN} > 20.2\text{kN} = V_{Ed,z}$$

Ścinanie po kierunku osi głównej Y-Y

Przekrój czynny przy ścinaniu: $A_{v,y} = 39.5\text{cm}^2$

Warunek nośności plastycznej:

$$V_{pl,Rd,y} = \frac{A_{v,y} f_y}{\sqrt{3} \gamma_{M0}} = \frac{39.5 \cdot 23.5}{\sqrt{3} \cdot 1.0} = 536.2\text{kN} > 0.0\text{kN} = V_{Ed,y}$$

Zginanie (20.2 %)

Przekrój: $x/L=0.000, L=0.00\text{m}$; Kombinacja: Komb. 7 (+0,+1,+2,-3,+K4,+K5,+K6,+K8,+K13,+K14,+K15,+16,)

Zginanie względem osi głównej Y-Y

Wsp. zwichrzenia:

$$\lambda_{LT} = \min \left[\sqrt{\frac{W_{pl,y} f_y}{M_{cr}}}, 3.0 \right] = \min \left[\sqrt{\frac{355.0 \cdot 23.5 \cdot 1e-2}{149.71}}, 3.0 \right] = 0.746 \rightarrow \chi_{LT}(\lambda_{LT}, \alpha_{LT}) = 0.846$$

$$\alpha_{LT} = 0.340$$

Nośność obliczeniowa z uwzględnieniem zwichrzenia (klasa 1):

$$M_{b,Rd,y} = \chi_{LT} \frac{W_{pl,y} f_y}{\gamma_{M1}} = 0.846 \frac{355.0 \cdot 23.5}{1.0} 1e - 2 = 70.6\text{kNm}$$

Warunek nośności:

$$\frac{M_{Ed,y}}{M_{b,Rd,y}} = \frac{14.2}{70.6} = 0.20 < 1.0$$

Zginanie względem osi głównej Z-Z

Nośność obliczeniowa przekroju (klasa 1):

$$M_{c,Rd,z} = M_{pl,Rd,z} = \frac{W_{pl,z} f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{169.9 \cdot 23.5}{1.0} 1e - 2 = 39.9\text{kNm}$$

Warunek nośności:

$$\frac{M_{Ed,z}}{M_{pl,Rd,z}} = \frac{0.0}{39.9} = 0.00 < 1.0$$

Zginanie z siłą podłużną (2.9 %)

Przekrój: $x/L=0.000$, $L=0.00m$; Kombinacja: Komb. 7 (+0,+1,+2,-3,+K4,+K5,+K6,+K8,+K13,+K14,+K15,+16,)

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

$$n = N_{Ed}/N_{pl,Rd} = 0.0/1274.9 = 0.000$$

$$a_y = \min[(A - 2A_{bt,y})/A, 0.5] = \min[(54.3 - 2 \cdot 20.8)/54.3, 0.5] = 0.233$$

$$M_{N,y,Rd} = \min\left[M_{pl,y,Rd} \frac{(1-n)}{(1-0.5a_y)}, M_{pl,y,Rd}\right] = \min\left[83.4 \frac{(1-0.000)}{(1-0.5 \cdot 0.233)}, 83.4\right] = 83.4 \text{ kNm}$$

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

$$a_z = \min[(A - 2A_{bt,z})/A, 0.5] = \min[(54.3 - 2 \cdot 20.8)/54.3, 0.5] = 0.233$$

$$n \leq a_z \rightarrow M_{N,z,Rd} = M_{pl,z,Rd} = 39.9 \text{ kNm}$$

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

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

$$\left[\frac{M_{y,Ed}}{M_{N,y,Rd}}\right]^\alpha + \left[\frac{M_{z,Ed}}{M_{N,z,Rd}}\right]^\beta = \left[\frac{14.2}{83.4}\right]^{2.0} + \left[\frac{0.0}{39.9}\right]^{1.0} = 0.03 < 1.0$$

Zginanie ze ściskaniem (13.2 %)

Przekrój: $x/L=0.000$, $L=0.00m$; Kombinacja: Komb. 7 (+0,+1,+2,-3,+K4,+K5,+K6,+K8,+K13,+K14,+K15,+16,)

Wyznaczenie współczynników interakcji (metoda 2, Załącznik B):

$$C_{my} = \max(0.1 - 0.8\alpha_s, 0.4) = \max(0.1 + 0.8 \cdot 0.687, 0.4) = 0.650$$

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

$$C_{mLT} = C_{my} = 0.650$$

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

$$k_{yy} = \left[0.650 \left(1 + \min(0.709 - 0.2, 0.8) \frac{0.0}{0.778 \cdot 1274.9 / 1.0}\right)\right] = 0.653$$

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

$$k_{zz} = \left[1.000 \left(1 + \min(2 \cdot 1.187 - 0.6, 1.4) \frac{0.0}{0.440 \cdot 1274.9 / 1.0}\right)\right] = 1.014$$

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

$$k_{zy} = 0.6k_{yy} = 0.6 \cdot 0.653 = 0.392$$

Warunki nośności dla elementu zginanego i ściskanego (klasa 1):

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} M_{y,Rk}} + k_{yz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} = 0.13 < 1.0$$

$$\frac{0.0}{\frac{0.778 \cdot 1274.9}{1.0}} + 0.653 \frac{14.2 + 0.0}{\frac{0.846 \cdot 83.4}{1.0}} + 0.608 \frac{0.000 + 0.000}{\frac{39.9}{1.0}} = 0.13 < 1.0$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} M_{y,Rk}} + k_{zz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} = 0.08 < 1.0$$

$$\frac{0.0}{\frac{0.440 \cdot 1274.9}{1.0}} + 0.392 \frac{14.2 + 0.0}{\frac{0.846 \cdot 83.4}{1.0}} + 1.014 \frac{0.000 + 0.000}{\frac{39.9}{1.0}} = 0.08 < 1.0$$

Środek pod obciążeniem skupionym (12.2 %)

Przekrój: $x/L=0.000$, $L=0.00m$; Kombinacja: Komb. 7 (+0,+1,+2,-3,+K4,+K5,+K6,+K8,+K13,+K14,+K15,+16,)

Dane dla najbardziej wyężonego środka [mm]: $t_w = 8.0$, $h_w = 134.0$, $t_f = 13.0$, $b_f = 160.0$

Parametr niestateczności:

$$k_F = 3.5 + 2 \left(\frac{h_w}{a}\right)^2 = 6 + 2 \left(\frac{134.0}{2000.0}\right)^2 = 3.509$$

Efektywna szerokość strefy obciążenia:

$$l_y = \min[S_s + 2t_f(1 + \sqrt{m_1 + m_2}), a] = \min[20.0 + 2 \cdot 13.0(1 + \sqrt{20.0 + 0.0}), 2000.0] = 162.3 \text{ mm}$$

Efektywny wymiar środka przy obciążeniu skupionym:

$$\bar{\lambda}_F = \sqrt{\frac{l_y t_w f_{yw}}{0.9 k_F E t_w^3 / h_w}} = \sqrt{\frac{162.3 \cdot 8.0 \cdot 235.0}{0.9 \cdot 3.509 \cdot 210000.0 \cdot 8.0^3 / 134.0}} = 0.347$$

$$\chi_F = \min\left[\frac{0.5}{\bar{\lambda}_F}, 1.0\right] = \min\left[\frac{0.5}{0.347}, 1.0\right] = 1.000$$

$$L_{\text{eff}} = \chi_F l_y = 1.000 \cdot 162.3 = 162.3 \text{ mm}$$

Nośność obliczeniowa środnika:

$$F_{\text{Rd}} = \frac{f_{yw} L_{\text{eff}} t_w}{\gamma_{M1}} = \frac{235.0 \cdot 162.3 \cdot 8.0}{1.0} 10^{-3} = 305.1 \text{ kN} > 37.2 \text{ kN} = F_{\text{Ed}}$$

Ugięcia (42.7 %)

Przekrój: $x/L=0.500$, $L=2.26\text{m}$; Kombinacja: ext U (0,1,2,3,6,)

Przemieszczenie w płaszczyźnie układu: $u_z = |1.9| \text{ mm} < 4.5 \text{ mm} = u_{z,\text{lim}}$.

Przemieszczenie prostopadłe do pł. układu: $u_y = |0.0| \text{ mm} < 4.5 \text{ mm} = u_{y,\text{lim}}$.

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