

REMONT DACHU PUBLICZNEGO GIMNAZJUM I ZESPOŁU SZKOLNO-PRZEDSZKOLNEGO W ŚWIĄTKACH

PROJEKT BUDOWLANY

egzemplarz nr:	4
----------------	---

kategoria obiektu:	IX
--------------------	----

biuro projektowe:	USŁUGI PROJEKTOWE Henryk Tomaszewski Różnowo 61i, 11-001Dywity Tel.: 607148783
-------------------	--

Zgodnie z art. 20 ust. 4 ustawy z dnia 07.07.1994r. Prawo budowlane wraz z późniejszymi zmianami oświadczamy, że niniejszy projekt budowlany sporządzony został zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej w zakresie następujących branż:

branża konstrukcyjna: projektant:	inż. Henryk Tomaszewski upr. bud. nr 167/80/OI; WAM/BO/2770/01
Opracował:	inż. Sebastian Parszutowicz 

adres inwestycji:	Świątki 95, dz. 31 obr. Świątki gm. Świątki
-------------------	---

inwestor:	GMINA ŚWIĄTKI Świątki 87, 11-008 Świątki
-----------	---

data opracowania:	sierpień 2021
-------------------	---------------



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

Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym

WAM-APB-D62-I3X *

Pan Henryk Tomaszewski o numerze ewidencyjnym WAM/BO/2770/01
adres zamieszkania Różnowo 61 i, 11-001 Dywity
jest członkiem Warmińsko-Mazurskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada
wymagane ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.
Niniejsze zaświadczenie jest ważne do dnia 2021-12-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym
weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2020-12-14 roku przez:

Mariusz Dobrzeniecki, Przewodniczący Rady Warmińsko-Mazurskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

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

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

Opis techniczny
do projektu budowlanego remontu konstrukcji i pokrycia dachu

1. Podstawa opracowania.

- zlecenie inwestora – Gmina Świątki
- mapa zasadnicza 1: 500
- wizja lokalna i pomiary inwentaryzacyjne obiektu
- uzgodnienia z inwestorem

2. Przedmiot i cel opracowania

Przedmiotem niniejszego opracowania jest remont północnej połaci dachu nad budynkiem Publicznego Gimnazjum i Zespołu Szkolno-Przedszkolnych w Świątkach. Połacie południowa została wzmocniona przed założeniem fotowoltaiki. Opracowanie ma na celu wzmocnienie istniejących krokwi żelbetowych, wymianę drewnianych płatek stanowiących oparcie blachy trapezowej oraz wymianę pokrycia dachu.

3. Lokalizacja.

Omawiany obiekt zlokalizowany jest w centrum wsi Świątki pod numerem 95 na działce nr 31. Wjazd na teren działki z drogi asfaltowej biegnącej przez wieś. Szczegółowe usytuowanie pokazano na mapie sytuacyjnej załączonej do opracowania.

4. Opinia techniczna budynku

Na podstawie wizji lokalnej, oględzin poszczególnych elementów budynku oraz wykonanych pomiarów i obliczeń oceniono stan techniczny budynku.

a. Dach.

Dach dwuspadowy o pochyleniu 20⁰ kryty blachą trapezową. Konstrukcją nośną są prefabrykowane, żelbetowe krokwie o rozpiętości 7,0 m i rozstawie co ok. 180 cm. Krokwie oparte na ścianie środkowej i częściowo na podciągu żelbetowym biegnącym w kalenicy oraz na wieńcu żelbetowym wylanym na ścianach zewnętrznych podłużnych.

Wnioski:

- Pokrycie dachu – blachę należy wymienić w całości. Przyjęto blachę trapezową TR 35 gr. 05 mm
- Płatwie drewniane – wszystkie płatwie do wymiany na 5/10 cm
- Krokwie żelbetowe, prefabrykowane – ze względu na przekroczenie dopuszczalnych ugięć krokwie należy wzmocnić – 2 x Uz 160/80/4

b. Stropy i ściany

Stan techniczny stropów i ścian budynku dobry. Nie zauważono rys, pęknięć czy nadmiernych ugięć stropów. Po wykonaniu remontu dachu obiekt w pełni nadaje się do dalszej eksploatacji.

5. Kolejność realizacji inwestycji

- demontaż pokrycia wraz z drewnianymi płatwiami.
- wzmocnienie żelbetowych krokwi
- zamocowanie drewnianych płatwi
- pokrycie dachu blachą trapezową
- montaż rynien
- wykonanie obróbek blacharskich
- uzupełnienie zdemontowanej instalacji odgromowej

Wszystkie elementy drewniane zakonserwować środkiem grzybo i owadobójczym oraz utrudniającym palenie jak FOBOS 2M lub zbliżonym posiadającym atest odpowiednich władz.

Informacja dotycząca bezpieczeństwa i ochrony zdrowia

Informację opracowano na podstawie Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 23 czerwca 2003 r. w sprawie informacji dotyczącej bezpieczeństwa i ochrony zdrowia oraz planu bezpieczeństwa i ochrony zdrowia (Dz.U. z dnia 10 lipca 2003 r. Nr 120, poz. 1126)

1. Zakres robót

Remont dachu

Kolejność realizacji inwestycji:

- ogrodzenie i oznakowanie terenu budowy
- prace rozbiórkowe
- prace montażowe
- prace budowlane
- prace wykończeniowe
- uporządkowanie terenu

2. Wykaz istniejących obiektów budowlanych

Działka jest zabudowana budynkami szkolnymi

3. Wskazanie elementów zagospodarowania działki lub terenu, które mogą stwarzać zagrożenie bezpieczeństwa i zdrowia ludzi

Nie występują.

Teren budowy należy ogrodzić i oznakować tablicami ostrzegawczymi o zakazie wstępu na budowę oraz trwających robotach budowlanych.



4. Wskazanie dotyczące przewidywanych zagrożeń występujących podczas realizacji robót budowlanych, określające skalę i rodzaje zagrożeń oraz miejsce i czas ich wystąpienia.

- roboty ziemne – nie występują
- roboty rozbiórkowe –możliwość okaleczeń, upadku z wysokości i zaprószenia oczu
- roboty w zasięgu dźwigu - możliwość przygniecenia
- roboty budowlane i ciesielskie - możliwość upadku z wysokości i uszkodzeń ciała narzędziami
- roboty blacharskie – możliwość uszkodzenia ciała i upadku z wysokości
- używanie chemii budowlanej – możliwość zatrucia i uszkodzenia wzroku

5. Wskazanie sposobu prowadzenia instruktażu pracowników przed przystąpieniem do realizacji robót szczególnie niebezpiecznych

Roboty szczególnie niebezpieczne nie występują.

6. Wskazanie środków technicznych i organizacyjnych, zapobiegających niebezpieczeństwom wynikającym z wykonywania robót budowlanych w strefach szczególnego zagrożenia zdrowia lub w ich sąsiedztwie, w tym zapewniających bezpieczną i sprawną komunikację, umożliwiającą szybką ewakuację na wypadek pożaru, awarii i innych zagrożeń.

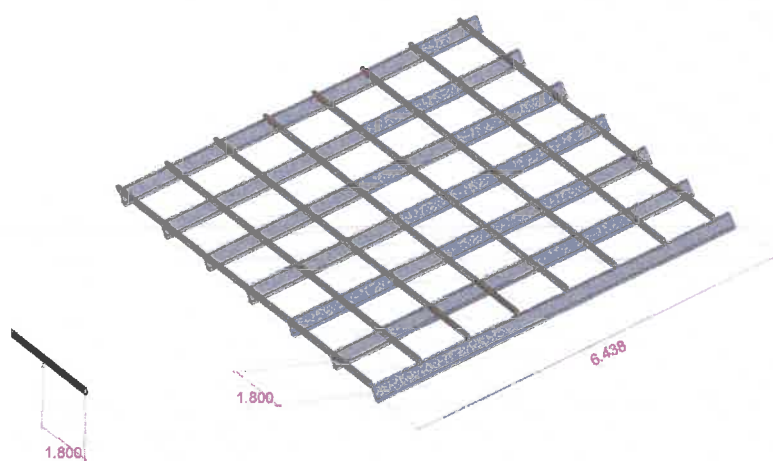
Roboty budowlane nie będą prowadzone w strefach szczególnego zagrożenia lub ich sąsiedztwie. Teren budowy położony jest blisko drogi co zapewnia bezpieczną i sprawną komunikację i szybką ewakuację na wypadek pożaru, awarii i innych zagrożeń.

Projekt: Remont dachu Zespołu Szkół w Świątkach

Obliczenia wykonał: Henryk Tomaszewski

Opracowa: Sebastian Parszutowicz

Przebieg: 01.01.2017

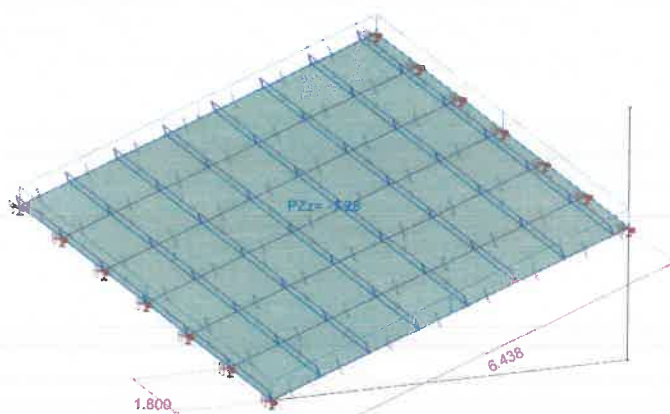


Z
Y X

Przebieg: 01.01.2017

model

Z
Y X



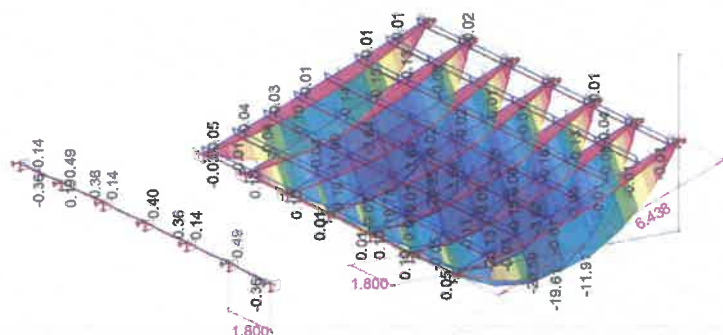
Śnieg UD

Projekt:

Obliczenia wykonał: Henryk Tomaszewski

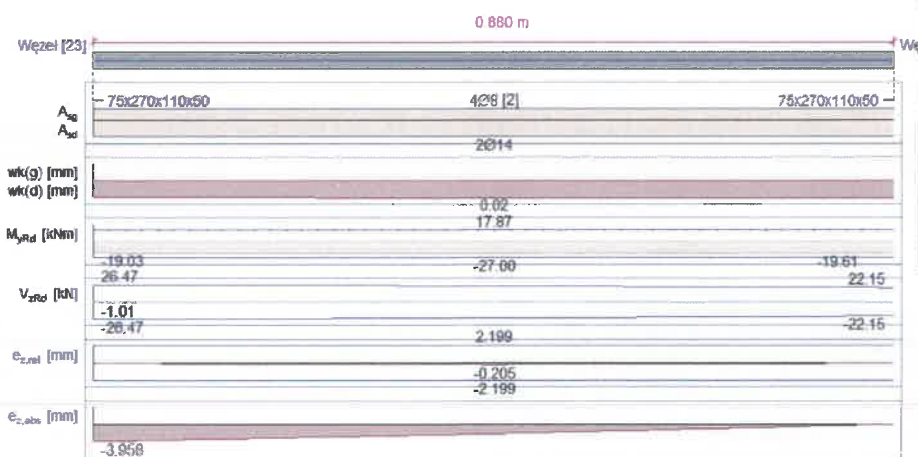
AxisVM X5 R4m · Zarejestrowany na: SEBUDUJ - Firma Budowlana Sebastian Parszulowicz

Wzrost	1.80
Waga	75.00
Temperatura	20.00
Wilgotność	60.00
Wiatr	1.00
Śnieg	1.00
Sejsm	1.00
Woda	1.00
Wysokość	1.80
Waga	75.00
Temperatura	20.00
Wilgotność	60.00
Wiatr	1.00
Śnieg	1.00
Sejsm	1.00
Woda	1.00



Z
Y ↓ X

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



Przekrój poprzeczny	C16/20
Nadciąg	
b_w [mm]	75
h [mm]	270
h_f [mm]	59
b_f [mm]	110
Zbrojenie podłużne	B500A
Osiłina:	
c_g [mm]	15
c_d [mm]	15
c_s [mm]	15
c_t [mm]	15
Stężenie	B500A
ρ_s [mm]	8
Liczba zębków	2
ρ_s [mm]	15.00
Analiza liniowa	
Norma	Eurokod-PL
Przypadek	: Decydujące Min,Max
Typ	: (Współczynniki SGN (a, b))
Parametry sejsmiczne	
γ_{RE}	1.000

Zbrojenie belki teoretyczne, 1 pręty(ów) (23-30), liniowa, (Auto) Decydująca

Projekt:

Obliczenia wykonał: Henryk Tomaszewski

AxisVM X5 R4m Zarejestrowany na: SEBUDUJ - Firma Budowlana Sebastian Parszutowicz

Belka żelbetowa

Elem. wymiarowane: 60

Norma: Eurokod-PL

Przypadek obciążenia: liniowa, (Auto) Decydująca

Materiały

Beton: C16/20 ($f_{ck} = 16$ MPa)

Stal zbrojeniowa:

Zbrojenie podłużne: B500A ($f_{yk} = 500$ MPa)

Strzemię: B500A ($f_{ywk} = 500$ MPa)

Parametry zbrojenia

Otuliny: $c = 15$ mm

Górne pręty podłużne: $\phi_T = 8$ mm ($A_{\phi,T} = 0.50$ cm²)

Dolne pręty podłużne: $\phi_B = 14$ mm ($A_{\phi,B} = 1.54$ cm²)

Górne wkładki narożne: $\phi_{c,T} = 8$ mm ($A_{\phi,c,T} = 0.50$ cm²)

Dolne wkładki narożne: $\phi_{c,B} = 14$ mm ($A_{\phi,c,B} = 1.54$ cm²)

Zbrojenie boczne na skręcanie: $\phi_T = 16$ mm ($A_{\phi,T} = 2.01$ cm²)

Średnica strzemion: $\phi_w = 8$ mm ($A_{\phi,w} = 0.50$ cm²)

Liczba cięć strzemion: $n_{\phi,w} = 2$

Kąt betonowych krzyżulców ściskanych: $\Theta = 45.00^\circ$ ($\cot \Theta = 1$)

Położenie pręta zbr.:

$$a_T = c + \phi_w + \frac{\phi_T}{2} = 15 + 8 + \frac{8}{2} = 27 \text{ mm}$$

$$a_B = c + \phi_w + \frac{\phi_B}{2} = 15 + 8 + \frac{14}{2} = 30 \text{ mm}$$

$$a_{c,T} = c + \phi_w + \frac{\phi_{c,T}}{2} = 15 + 8 + \frac{8}{2} = 27 \text{ mm}$$

$$a_{c,B} = c + \phi_w + \frac{\phi_{c,B}}{2} = 15 + 8 + \frac{14}{2} = 30 \text{ mm}$$

1. SGN (Stan graniczny nośności)

Parametry do wymiarowania

Sytuacja obliczeniowa: Trwała i przejściowa

$$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 1 \cdot \frac{16}{1.4} = 11.429 \text{ MPa} = 1.14286 \cdot 10^4 \text{ KPa} \quad \text{PN-EN 1992-1-1 3.1.6. (1)P (3.15)}$$

Projekt:

Obliczenia wykonał: Henryk Tomaszewski

AxisVM X5 R4m Zarejestrowany na: SEBUDUJ - Firma Budowlana Sebastian Parszutowicz

$$f_{cd,eff} = f_{cd} \cdot \eta = 1.14286 \cdot 10^4 \cdot 1 = 1.14286 \cdot 10^4 \text{ KPa} \quad \text{PN-EN 1992-1-1 3.1.7. (3)}$$

$$f_{ctd} = \alpha_{ct} \cdot \frac{f_{ctk,0.05}}{\gamma_c} = 1 \cdot \frac{1.3334}{1.4} = 0.95244 \text{ MPa} = 952 \text{ KPa} \quad \text{PN-EN 1992-1-1 3.1.6. (2)P (3.16)}$$

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1.15} = 434.78 \text{ MPa} \approx 435 \text{ MPa} = 4.35 \cdot 10^5 \text{ KPa} \quad \text{PN-EN 1992-1-1 3.2.7. (2) Rys. 3.8}$$

$$f_{ywd} = \frac{f_{ywk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1.15} = 434.78 \text{ MPa} \approx 435 \text{ MPa} = 4.35 \cdot 10^5 \text{ KPa} \quad \text{PN-EN 1992-1-1 3.2.7. (2) Rys. 3.8}$$

1.1. Zginanie

Największe rozciągane zbrojenie dolne

Położenie przekroju poprzecznego od lewej strony belki: $cs_{pos} = 0.792 \text{ m}$

Przypadek obciążenia/Kombinacja: [1.1*1*cw+1.35*0.85*pokrycie] {1.5*Śnieg UD}

Geometria

Wysokość przekroju: $h = 270 \text{ mm}$

Szerokość przekroju: $b_w = 75 \text{ mm}$

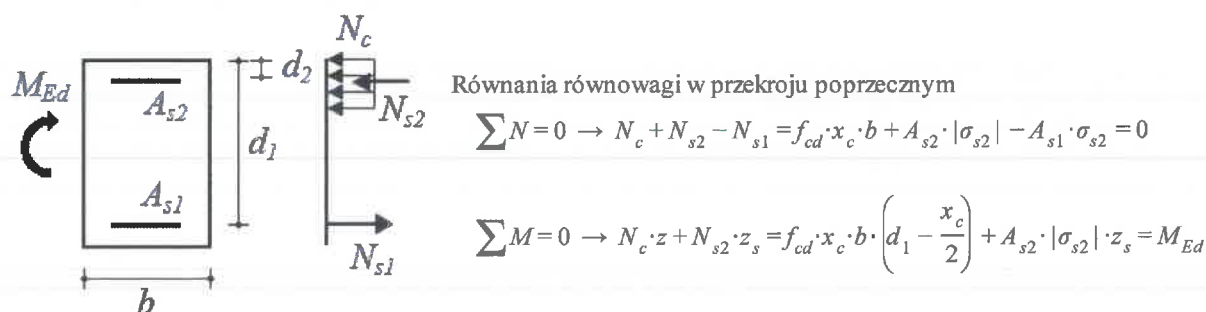
Grubość półki: $h_f = 50 \text{ mm}$

Szerokość efektywna $b_{eff} = 110 \text{ mm}$

Siły wewnętrzne

$$N_{Ed} = -0.13 \text{ kN} \quad M_{Ed} = 19.61 \text{ kNm}$$

Wymiarowanie zbrojenia na zginanie



Wyniki częściowe

Wysokość użyteczna:

$$d = 223 \text{ mm}$$

$$d_2 = 27 \text{ mm}$$

Maksymalna nośność na czyste zginanie bez zbrojenia ściskanego:

Odległość osi obojętnej od krawędzi ściskanej:

Projekt:

Obliczenia wykonał: Henryk Tomaszewski

AxisVM X5 R4m Zarejestrowany na: SEBUDUJ - Firma Budowlana Sebastian Parszutowicz

$$\varepsilon_s = \frac{f_{yd}}{E_s}$$

$$x_0 = \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{cu} - \frac{f_{yd}}{E_s}} \cdot d = \frac{(-0.0035)}{(-0.0035) - \frac{4.35 \cdot 10^5}{2 \cdot 10^8}} \cdot 223 = 137 \text{ mm}$$

$$x_{c0} = \lambda \cdot x_0 = 0.8 \cdot 137 = 110 \text{ mm} \quad \text{PN-EN 1992-1-1 3.1.7. (3) Rys. 3.5.}$$

$$M_{Rd,x0} = \left(d - \frac{x_{c0}}{2} \right) \cdot x_{c0} \cdot b_w \cdot f_{cd,eff} = \left(223 - \frac{110}{2} \right) \cdot 110 \cdot 75 \cdot 1.14286 \cdot 10^4 = 16 \text{ kNm} < M_{Ed} = 19.61 \text{ kNm}$$

Wymagane zbrojenie ściskane (przekrój podwójnie zbrojony).

Wysokość ściskanej strefy betonu:

$$x_c = 101 \text{ mm}$$

Obliczona powierzchnia rozciąganego zbrojenia przy zginaniu:

$$A_{s,1} = 303 \text{ mm}^2 \quad (A_{s,min} = 0.22 \text{ cm}^2)$$

Obliczona powierzchnia ściskanego zbrojenia przy zginaniu:

$$A_{s,2} = 101 \text{ mm}^2 \quad (A_{s,2,min} = 0 \text{ cm}^2)$$

Największe ściskane zbrojenie dolne

Położenie przekroju poprzecznego od lewej strony belki: $cs_{pos} = 0 \text{ m}$

Przypadek obciążenia/Kombinacja: $[1.1 \cdot 1 \cdot cw + 1.35 \cdot 0.85 \cdot pokrycie] \{1.5 \cdot \text{Śnieg UD}\}$

Geometria

Wysokość przekroju: $h = 270 \text{ mm}$

Szerokość przekroju: $b_w = 75 \text{ mm}$

Grubość półki: $h_f = 50 \text{ mm}$

Szerokość efektywna $b_{eff} = 110 \text{ mm}$

Siły wewnętrzne

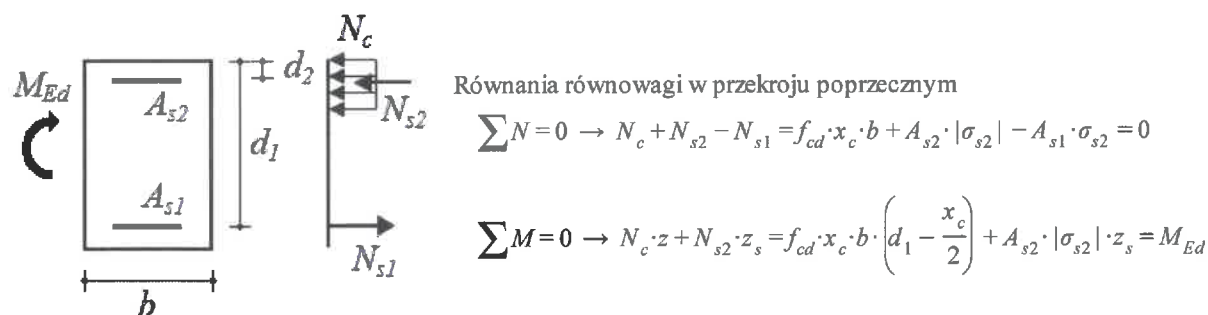
$$N_{Ed} = -0.29 \text{ kN} \quad M_{Ed} = 19.03 \text{ kNm}$$

Wymiarowanie zbrojenia na zginanie

Projekt:

Obliczenia wykonał: Henryk Tomaszewski

AxisVM X5 R4m Zarejestrowany na: SEBUDUJ - Firma Budowlana Sebastian Parszutowicz



Wyniki cząstkowe

Wysokość użyteczna:

$$d = 223 \text{ mm}$$

$$d_2 = 27 \text{ mm}$$

Maksymalna nośność na czyste zginanie bez zbrojenia ściskanego:

Odległość osi obojętnej od krawędzi ściskanej:

$$\varepsilon_s = \frac{f_{yd}}{E_s}$$

$$x_0 = \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{cu} - \frac{f_{yd}}{E_s}} \cdot d = \frac{(-0.0035)}{(-0.0035) - \frac{4.35 \cdot 10^5}{2 \cdot 10^8}} \cdot 223 = 137 \text{ mm}$$

$$x_{c0} = \lambda \cdot x_0 = 0.8 \cdot 137 = 110 \text{ mm} \quad \text{PN-EN 1992-1-1 3.1.7. (3) Rys. 3.5.}$$

$$M_{Rd,x0} = \left(d - \frac{x_{c0}}{2}\right) \cdot x_{c0} \cdot b_w \cdot f_{cd,eff} = \left(223 - \frac{110}{2}\right) \cdot 110 \cdot 75 \cdot 1.14286 \cdot 10^4 = 16 \text{ kNm} < M_{Ed} = 19.03 \text{ kNm}$$

Wymagane zbrojenie ściskane (przekrój podwójnie zbrojony).

Wysokość ściskanej strefy betonu:

$$x_c = 101 \text{ mm}$$

Obliczona powierzchnia rozciąganego zbrojenia przy zginaniu:

$$A_{s,1} = 303 \text{ mm}^2 \quad (A_{s,min} = 0.22 \text{ cm}^2)$$

Obliczona powierzchnia ściskanego zbrojenia przy zginaniu:

$$A_{s,2} = 101 \text{ mm}^2 \quad (A_{s,2,min} = 0 \text{ cm}^2)$$

1.2. Ścinanie-Skręcanie

Położenie przekroju poprzecznego od lewej strony belki: 0 m

Przypadek obciążenia/Kombinacja: [1.1*1*cw+1.35*0.85*pokrycie] {1.5*Śnieg UD}

Geometria

Wysokość przekroju: $h = 270 \text{ mm}$

Projekt:

Obliczenia wykonał: Henryk Tomaszewski

AxisVM X5 R4m Zarejestrowany na: SEBUDUJ - Firma Budowlana Sebastian Parszutowicz

Szerokość przekroju: $b_w = 75 \text{ mm}$

Grubość półki: $h_f = 50 \text{ mm}$

Szerokość efektywna $b_{eff} = 110 \text{ mm}$

Siły wewnętrzne

$$N_{Ed} = -0.29 \text{ kN} \quad M_{Ed} = 18.94 \text{ kNm} \quad V_{Ed} = 1.01 \text{ kN} \quad T_{Ed} = 0.01 \text{ kNm}$$

Obliczeniowa nośność na ścinanie elementu bez zbrojenia na ścinanie:

$$\begin{aligned} V_{Rd,c} &= \text{Max} \left(C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right) \cdot b_w \cdot d = \\ &= (0.12857 \cdot 1.9481 \cdot (100 \cdot 0.018155 \cdot 16)^{1/3} + 0.15 \cdot 0.014469) \cdot 75 \cdot 223 = 12.88 ; (v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d = \\ &= (0.38066 + 0.15 \cdot 0.014469) \cdot 75 \cdot 223 = 6.39) = 12.88 \text{ kN} \end{aligned}$$

Skręcający moment rysujący:

$$T_{Rd,c} = f_{ctd} \cdot t_{efl} \cdot 2 \cdot A_k = 952 \cdot 57 \cdot 2 \cdot 3834 = 0.42 \text{ kNm} \quad \text{PN-EN 1992-1-1 6.3.2. (5)}$$

Stopień wykorzystania na ścinanie/skręcanie przekroju betonowego bez zbrojenia na ścinanie/skręcanie:

$$\frac{T_{Ed}}{T_{Rd,c}} + \frac{V_{Ed}}{V_{Rd,c}} = \frac{0.01}{0.42} + \frac{1.01}{12.88} = 0.10458 \quad \text{PN-EN 1992-1-1 6.3.2. (6.31)} < 1 \quad \checkmark$$

Zbrojenie na ścinanie/skręcanie jest zbędne.

1.3. Dodatkowe zbrojenie podłużne na skręcanie

Położenie przekroju poprzecznego od lewej strony belki: $cs_{pos} = 0 \text{ m}$

Geometria

Wysokość przekroju: $\bar{h} = 270 \text{ mm}$

Szerokość przekroju: $b_w = 75 \text{ mm}$

Grubość półki: $h_f = 50 \text{ mm}$

Szerokość efektywna $b_{eff} = 110 \text{ mm}$

Dodatkowe zbrojenie podłużne na skręcanie jest zbędne

2. SGU (Stan graniczny użytkowości)

Parametry do wymiarowania

Sytuacja obliczeniowa: SGU (Stan graniczny użytkowości)

$$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 1 \cdot \frac{16}{1} = 16 \text{ MPa} = 1.6 \cdot 10^4 \text{ KPa} \quad \text{PN-EN 1992-1-1 3.1.6. (1)P (3.15)}$$

$$\varphi(\infty, t_0) = 2$$

Obliczeniowa wartość modułu sprężystości betonu:

$$E_{c,eff} = \frac{E_{cm}}{1 + \varphi(\infty, t_0)} = \frac{28.608}{1 + 2} = 9.536 \text{ GPa} \quad \text{PN-EN 1992-1-1 7.4.3. (5) (7.20) UWAGA}$$

Projekt:

Obliczenia wykonał: Henryk Tomaszewski

AxisVM X5 R4m · Zarejestrowany na: SEBUDUJ - Firma Budowlana Sebastian Parszutowicz

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1} = 500 \text{ MPa} = 5 \cdot 10^5 \text{ KPa} \quad \text{PN-EN 1992-1-1 3.2.7. (2) Rys. 3.8}$$

2.1. Sprawdzenie zarysowania

Parametry

Średnia wartość wytrzymałości betonu na rozciąganie, osiągniętą w chwili, w której jak się oczekuje, powstaną rysy:

$$f_{ct,eff} = 0 \text{ MPa} \quad (\text{Ustawienia użytkownika})$$

Efektywny stosunek modułów sprężystości:

$$\alpha_e = \frac{E_s}{E_{cm}} = \frac{200}{28.608} = 6.9911$$

2.1.1 Graniczna szerokość rysy (górnej)

Położenie przekroju poprzecznego od lewej strony belki: $cs_{pos} = 0 \text{ m}$

Przypadek obciążenia/Kombinacja: [cw+pokrycie]

Siły wewnętrzne

$$M_{Ed} = 0 \text{ kNm}$$

Geometria

Wysokość przekroju: $h = 270 \text{ mm}$

Szerokość przekroju: $b_w = 75 \text{ mm}$

Grubość półki: $h_f = 50 \text{ mm}$

Szerokość efektywna $b_{eff} = 110 \text{ mm}$

Zbrojenie podłużne:

Górne zbrojenie: $4\phi 8 \quad (2.01 \text{ cm}^2)$

Dolne zbrojenie: $2\phi 14 \quad (3.08 \text{ cm}^2)$

Pole przekroju betonu:

$$A_c = b_w \cdot h + (b_{eff} - b_w) \cdot h_f = 75 \cdot 270 + (110 - 75) \cdot 50 = 22 \text{ mm}$$

Odległość środka ciężkości przekroju betonowego od górnej krawędzi:

$$y_{s,c} = \frac{S_{x,c}}{A_c} = \frac{3.1625 \cdot 10^6}{22} = 144 \text{ mm}$$

Moment rysujący:

$$M_{cr} = 0 \text{ kNm} = M_{Ed} = 0 \text{ kNm} \quad \text{Belka jest zarysowana.}$$

Zarysowany przekrój poprzeczny (II faza)

Odległość osi obojętnej od górnej krawędzi w sprężystym stanie zarysowanym:

$$\rightarrow x_{II} = 57.4 \text{ mm} ;$$

Projekt:

Obliczenia wykonał: Henryk Tomaszewski

AxisVM X5 R4m Zarejestrowany na: SEBUDUJ - Firma Budowlana Sebastian Parszutowicz

$$x_{II2} = -122 \text{ mm} \rightarrow x_{II1} = 57.5 \text{ mm} ; x_{II2} = -199 \text{ mm}$$

$$x_{II} = x_{II1} = 57.5 \text{ mm}$$

Moment bezwładności zarysowanego przekroju betonowego w stanie sprężystym:

$$I_{II} = I_{II,c} + I_{II,st} \cdot \alpha_e + I_{II,sc} \cdot (\alpha_e - 1) = 6977578 + 5919280 \cdot 6.9911 + 233385 \cdot (6.9911 - 1) = 4.97579 \cdot 10^7 \text{ mm}^4$$

Nośność na zginanie w sprężystym stanie zarysowanym:

$$M_{Rd,II} = \frac{I_{II}}{x_{II}} \cdot E_{cm} \cdot \varepsilon_{c,max} = \frac{4.97579 \cdot 10^{-5}}{0.058} \cdot 2.86079 \cdot 10^7 \cdot 0.00055929 = 13.84 \text{ kNm} > M_{Ed} = 0 \text{ kNm} \quad \text{Przekrój jest}$$

w stanie sprężystym.

Otulina zbrojenia podłużnego:

$$c_\phi = c + \phi_w = 15 + 8 = 23 \text{ mm}$$

Rozstaw zbrojenia mającego przyczepność do betonu w strefie rozciąganej:

$$s_{br,tz} = \frac{b_w - 2 \cdot \left(c + \phi_w + \frac{\phi_{c,T}}{2} \right)}{n_1 - 1} = \frac{75 - 2 \cdot \left(15 + 8 + \frac{8}{2} \right)}{2 - 1} = 21 \text{ mm}$$

$$s_{br,tz} = 21 \text{ mm} < 5 \cdot \left(c_\phi + \frac{\phi_{eq}}{2} \right) = 5 \cdot \left(23 + \frac{8}{2} \right) = 135 \text{ mm} \quad \text{PN-EN 1992-1-1 7.3.4. (3)}$$

$$S_{r,max} = k_3 \cdot c_\phi + \frac{k_1 \cdot k_2 \cdot k_4 \cdot \phi}{\rho_{p,eff}} = 3.4 \cdot 23 + \frac{0.8 \cdot 0.5 \cdot 0.425 \cdot 8}{0.037853} = 114 \text{ mm} \quad \text{PN-EN 1992-1-1 7.3.4. (7.11)}$$

Naprężenie w zbrojeniu rozciągany przy założeniu przekroju zarysowanego:

$$\sigma_s = \alpha_e \cdot \frac{M_{Ed}}{I_{II}} \cdot (d - x_{II}) = 6.9911 \cdot \frac{0}{4.97579 \cdot 10^7} \cdot (229 - 57.5) = 0 \text{ KPa}$$

Średnie odkształcenie pręta rozciąganego:

$$\varepsilon_{sm} = \frac{\sigma_s - k_t \cdot \frac{f_{ct,eff}}{\rho_{p,eff}}}{E_s} = \frac{0 - 0.4 \cdot \frac{0}{0.037853}}{200} = -0.00010065$$

Średnie odkształcenie betonu:

$$\varepsilon_{cm} = \frac{k_t \cdot f_{ct,eff}}{E_{cm}} = \frac{0.4 \cdot 0}{2.86079 \cdot 10^7} = 2.66343 \cdot 10^{-5}$$

$$\Delta\varepsilon_{(sm,cm)} = \max \left(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} ; 0.6 \cdot \frac{\sigma_s}{E_s} \right) = \max \left((-0.00010065) - 2.66343 \cdot 10^{-5} ; 0.6 \cdot \frac{0}{200} \right) = 0 = 0\% \quad \text{PN-EN}$$

1992-1-1 7.3.4. (7.9)

Projekt:

Obliczenia wykonał: Henryk Tomaszewski

AxisVM X5 R4m · Zarejestrowany na: SEBUDUJ - Firma Budowlana Sebastian Parszutowicz

Szerokość rys: PN-EN 1992-1-1 7.3.4. (7.8)

$$w_k = S_{r,max} \cdot \Delta \varepsilon_{(sm,cm)} = 114 \cdot 0 = 0 \text{ mm} < w_{max} = 0.30 \text{ mm} \text{ spełniony}$$

2.1.2 Graniczna szerokość rysy (dolnej)

Położenie przekroju poprzecznego od lewej strony belki: $cs_{pos} = 0.704 \text{ m}$

Przypadek obciążenia/Kombinacja: [cw+pokrycie]

Siły wewnętrzne

$$M_{Ed} = 3.90 \text{ kNm}$$

Geometria

Wysokość przekroju: $h = 270 \text{ mm}$

Szerokość przekroju: $b_w = 75 \text{ mm}$

Grubość półki: $h_f = 50 \text{ mm}$

Szerokość efektywna $b_{eff} = 110 \text{ mm}$

Zbrojenie podłużne:

Górne zbrojenie: $4\phi 8 \quad (2.01 \text{ cm}^2)$

Dolne zbrojenie: $2\phi 14 \quad (3.08 \text{ cm}^2)$

Pole przekroju betonu:

$$A_c = b_w \cdot h + (b_{eff} - b_w) \cdot h_f = 75 \cdot 270 + (110 - 75) \cdot 50 = 22 \text{ mm}$$

Odległość środka ciężkości przekroju betonowego od górnej krawędzi:

$$y_{s,c} = \frac{S_{x,c}}{A_c} = \frac{3.1625 \cdot 10^6}{22} = 144 \text{ mm}$$

Moment rysujący:

$$M_{cr} = 0 \text{ kNm} < M_{Ed} = 3.90 \text{ kNm} \quad \text{Belka jest zarysowana.}$$

Zarysowany przekrój poprzeczny (II faza)

Odległość osi obojętnej od górnej krawędzi w sprężystym stanie zarysowanym: $\rightarrow x_{II} = 85.2 \text{ mm}$;

$$x_{II2} = -180 \text{ mm}$$

$$x_{II} = 85.2 \text{ mm}$$

Moment bezwładności zarysowanego przekroju betonowego w stanie sprężystym:

$$I_{II} = I_{II,c} + I_{II,st} \cdot \alpha_e + I_{II,sc} \cdot (\alpha_e - 1) = 1.54371 \cdot 10^7 + 7381973 \cdot 6.9911 + 425442 \cdot (6.9911 - 1) = 6.95938 \cdot 10^7 \text{ mm}^4$$

Nośność na zginanie w sprężystym stanie zarysowanym:

$$M_{Rd,II} = \frac{I_{II}}{x_{II}} \cdot E_{cm} \cdot \varepsilon_{c,max} = \frac{6.95938 \cdot 10^7}{0.085} \cdot 2.86079 \cdot 10^7 \cdot 0.00055929 = 13.08 \text{ kNm} > M_{Ed} = 3.90 \text{ kNm} \quad \text{Przekrój}$$

jest w stanie sprężystym.

Otulina zbrojenia podłużnego:

Projekt:

Obliczenia wykonał: Henryk Tomaszewski

AxisVM X5 R4m Zarejestrowany na: SEBUDUJ - Firma Budowlana Sebastian Parszutowicz

$$c_{\phi} = c + \phi_w = 15 + 8 = 23 \text{ mm}$$

Rozstaw zbrojenia mającego przyczepność do betonu w strefie rozciąganej:

$$s_{br,tz} = \frac{b_w - 2 \cdot \left(c + \phi_w + \frac{\phi_{c,B}}{2} \right)}{n_1 - 1} = \frac{75 - 2 \cdot \left(15 + 8 + \frac{14}{2} \right)}{2 - 1} = 15 \text{ mm}$$

$$s_{br,tz} = 15 \text{ mm} < 5 \cdot \left(c_{\phi} + \frac{\phi_{eq}}{2} \right) = 5 \cdot \left(23 + \frac{14}{2} \right) = 150 \text{ mm} \quad \text{PN-EN 1992-1-1 7.3.4. (3)}$$

$$S_{r,max} = k_3 \cdot c_{\phi} + \frac{k_1 \cdot k_2 \cdot k_4 \cdot \phi}{\rho_{p,eff}} = 3.4 \cdot 23 + \frac{0.8 \cdot 0.5 \cdot 0.425 \cdot 14}{0.048324} = 127 \text{ mm} \quad \text{PN-EN 1992-1-1 7.3.4. (7.11)}$$

Naprężenie w zbrojeniu rozciągany przy założeniu przekroju zarysowanego:

$$\sigma_s = \alpha_e \cdot \frac{M_{Ed}}{I_{II}} \cdot (d - x_{II}) = 6.9911 \cdot \frac{3.90}{6.95938 \cdot 10^7} \cdot (240 - 85.2) = 6.06182 \cdot 10^4 \text{ KPa}$$

Średnie odkształcenie pręta rozciąganego:

$$\varepsilon_{sm} = \frac{\sigma_s - k_t \cdot \frac{f_{ct,eff}}{\rho_{p,eff}}}{E_s} = \frac{6.06182 \cdot 10^4 - 0.4 \cdot \frac{0}{0.048324}}{200} = 0.00022425$$

Średnie odkształcenie betonu:

$$\varepsilon_{cm} = \frac{k_t \cdot f_{ct,eff}}{E_{cm}} = \frac{0.4 \cdot 0}{2.86079 \cdot 10^7} = 2.66343 \cdot 10^{-5}$$

$$\Delta \varepsilon_{(sm,cm)} = \max \left(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} ; 0.6 \cdot \frac{\sigma_s}{E_s} \right) = \max \left(0.00022425 - 2.66343 \cdot 10^{-5} ; 0.6 \cdot \frac{6.06182 \cdot 10^4}{200} \right) = 0.00019762 = 0.198 \text{ ‰} \quad \text{PN-EN 1992-1-1 7.3.4. (7.9)}$$

Szerokość rys: $\text{PN-EN 1992-1-1 7.3.4. (7.8)}$

$$w_k = S_{r,max} \cdot \Delta \varepsilon_{(sm,cm)} = 127 \cdot 0.00019762 = 0.03 \text{ mm} < w_{max} = 0.30 \text{ mm} \text{ spełniony}$$

2.2. Ugięcie

Parametry

Efektywny stosunek modułów sprężystości:

$$\alpha_e = \frac{E_s}{E_{c,eff}} = \frac{200}{9.536} = 20.973 \quad \text{PN-EN 1992-1-1 7.4.3. (6)}$$

Projekt:

Obliczenia wykonał: Henryk Tomaszewski

AxisVM X5 R4m Zarejestrowany na: SEBUDUJ - Firma Budowlana Sebastian Parszutowicz

Podsumowanie wyników

Przęsło 1 :

Rozpiętość $l_0 = 0.880$ m

Przypadek obciążenia/Kombinacja: [cw+pokrycie]

	lewa podpora	Przęsło			prawa podpora
	prawa krawędź	punkt zerowy momentu	max	punkt zerowy momentu	lewa krawędź
Poł. [m]	0	0	0.440	0.880	0.880
l_0 [m]	0.880				
Zbrojenie podłużne u góry	4 ϕ 8		4 ϕ 8		4 ϕ 8
Zbrojenie podłużne na dole	2 ϕ 14		2 ϕ 14		2 ϕ 14
I_c [mm ⁴]	$1.42874 \cdot 10^8$		$1.42874 \cdot 10^8$		$1.42874 \cdot 10^8$
I_I [mm ⁴]	$2.4165 \cdot 10^8$		$2.4165 \cdot 10^8$		$2.4165 \cdot 10^8$
I_{II} [mm ⁴]	$1.27694 \cdot 10^8$		$1.6144 \cdot 10^8$		$1.27694 \cdot 10^8$
M_{cr} [kNm]	3.08		3.82		3.08
$M_{Rd,II}$ [kNm]	18.57		22.30		18.57
M [kNm]	- 3.78		- 3.90		- 3.89
ζ	0.66745		0.52047	0.68585	
α_I	1.7737		1.7737	1.7737	
α_{II}	3.3566		2.655	3.3566	
α	2.8302		2.2324	2.8594	
e_0 [mm]	3.958 (↓)	3.958 (↓)	4.109 (↓)	4.076 (↓)	4.076 (↓)
$e_{0,rel}$ [mm]	0	0	0.092 (↓)	0	0
e_{abs} [mm]	3.958 (↓)	3.958 (↓)	4.222 (↓)	0	4.076 (↓)
e_{rel} [mm]	0 ✓	0 ✓	0.205 (↓) ✓	0 ✓	0 ✓
e_{lim} [mm]	2.932				

Ze względu na korozję i ubytki betonu krokwi żelbetowych, zmniejszono wytrzymałość o 25% - zastosowano wzmocnienie

Projekt:

Obliczenia wykonał: Henryk Tomaszewski

AxisVM X5 R4m Zarejestrowany na: SEBUDUJ - Firma Budowlana Sebastian Parszutowicz

WYMIAROWANIE ELEMENTU DREWNIANEGO

Wymiarowany element: 9

Węzły: 57-63

Norma: Eurokod-PL

PN-EN 1995-1-1:2010

Materiał: C24

Klasa użytkowania: 1

Przekrój poprzeczny: 50x100

Przypadek obciążenia: liniowa, (Auto) Decydująca

Klasa trwania obciążenia: Średniotrwałe

1. Siła normalna

EN 1995-1-1: 6.1.2, 6.1.4

Decydująca kombinacja: [1.1*cw+1.35*pokrycie]

Położenie przekroju decydującego: $x = 0.02 \cdot L = 0.02 \cdot 10800.00 = 180.00$ mm

$$\sigma_{t,0,d} = \frac{N_x}{A_x} = \frac{0}{5000.00} = 0 \text{ N/mm}^2$$

$$k_{h,y} = \min \left(\left(\frac{150}{h} \right)^{0.2} ; 1.3 \right) = \min \left(\left(\frac{150}{100.00} \right)^{0.2} ; 1.3 \right) = 1.084$$

$$f_{t,0,d} = \frac{k_{mod} \cdot k_{h,y} \cdot f_{t,0,k}}{\gamma_M} = \frac{0.60 \cdot 1.084 \cdot 14.00}{1.3} = 7.01 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta_N = \frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} = \frac{0}{7.01} = 0 \% \quad (6.1) \quad \text{spełniony}$$

2. Zginanie (y)

EN 1995-1-1: 6.1.6

Decydująca kombinacja: [1.1*1*cw+1.35*0.85*pokrycie] {1.5*śnieg lin}

Położenie przekroju decydującego: $x = 0.17 \cdot L = 0.17 \cdot 10800.00 = 1800.00$ mm

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{|M_y|}{W_y} = \frac{|492277.18|}{83333.32} = 5.91 \text{ N/mm}^2$$

$$k_{h,y} = \min \left(\left(\frac{150}{h} \right)^{0.2} ; 1.3 \right) = \min \left(\left(\frac{150}{100.00} \right)^{0.2} ; 1.3 \right) = 1.084 \quad (3.1)$$

$$f_{m,y,d} = \frac{k_{mod} \cdot k_{h,y} \cdot f_{m,k}}{\gamma_M} = \frac{0.80 \cdot 1.084 \cdot 24.00}{1.3} = 16.02 \text{ N/mm}^2$$

Projekt:

Obliczenia wykonał: Henryk Tomaszewski

AxisVM X5 R4m · Zarejestrowany na: SEBUDUJ - Firma Budowlana Sebastian Parszutowicz

$$\eta_{M_y} = \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{5.91}{16.02} = 36.9 \% \quad \text{spełniony}$$

3. Zginanie (z)

EN 1995-1-1: 6.1.6

Decydująca kombinacja: [1.1*1*cw+1.35*0.85*pokrycie] {1.5*śnieg lin}

Położenie przekroju decydującego: $x = 0.17 \cdot L = 0.17 \cdot 10800.00 = 1800.00 \text{ mm}$

$$\sigma_{m,z,d} = \frac{|M_z|}{W_z} = \frac{|179174.24|}{41666.68} = 4.30 \text{ N/mm}^2$$

$$k_{h,z} = \min \left(\left(\frac{150}{b} \right)^{0.2} ; 1.3 \right) = \min \left(\left(\frac{150}{50.00} \right)^{0.2} ; 1.3 \right) = 1.246 \quad (3.1)$$

$$f_{m,z,d} = \frac{k_{mod} \cdot k_{h,z} \cdot f_{m,k}}{\gamma_M} = \frac{0.80 \cdot 1.246 \cdot 24.00}{1.3} = 18.40 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta_{M_z} = \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{4.30}{18.40} = 23.4 \% \quad \text{spełniony}$$

4. Ścinanie(y)

EN 1995-1-1: 6.1.7

Decydująca kombinacja: [1.1*1*cw+1.35*0.85*pokrycie] {1.5*śnieg lin}

Położenie przekroju decydującego: $x = 0.17 \cdot L = 0.17 \cdot 10800.00 = 1800.00 \text{ mm}$

$$k_{cr} = 0.67 \quad (6.13a)$$

$$\tau_{V_y,d} = \frac{1.5 \cdot |V_y|}{k_{cr} \cdot b \cdot h} = \frac{1.5 \cdot |(-569.95)|}{0.67 \cdot 50.00 \cdot 100.00} = 0.26 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{v,y,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{v,y,k}}{\gamma_M} = \frac{0.80 \cdot 4.00}{1.3} = 2.46 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta_{V_y} = \frac{\tau_{V_y,d}}{f_{v,y,d}} = \frac{0.26}{2.46} = 10.4 \% \quad (6.13) \quad \text{spełniony}$$

5. Ścinanie(z)

EN 1995-1-1: 6.1.7

Decydująca kombinacja: [1.1*1*cw+1.35*0.85*pokrycie] {1.5*śnieg lin}

Położenie przekroju decydującego: $x = 0.17 \cdot L = 0.17 \cdot 10800.00 = 1800.00 \text{ mm}$

$$k_{cr} = 0.67 \quad (6.13a)$$

$$\tau_{V_z,d} = \frac{1.5 \cdot |V_z|}{k_{cr} \cdot b \cdot h} = \frac{1.5 \cdot |1565.93|}{0.67 \cdot 50.00 \cdot 100.00} = 0.70 \text{ N/mm}^2$$

Projekt:

Obliczenia wykonał: Henryk Tomaszewski

AxisVM X5 R4m Zarejestrowany na: SEBUDUJ - Firma Budowlana Sebastian Parszutowicz

$$f_{v,z,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{v,z,k}}{\gamma_M} = \frac{0.80 \cdot 4.00}{1.3} = 2.46 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta_v = \frac{\tau_{v,z,d}}{f_{v,z,d}} = \frac{0.70}{2.46} = 28.5 \% \quad (6.13) \quad \text{spełniony}$$

6. Skręcanie

EN 1995-1-1: 6.1.8

Decydująca kombinacja: [1.1*cw+1.35*pokrycie]

Położenie przekroju decydującego: $x = 0.00 \cdot L = 0.00 \cdot 10800.00 = 0 \text{ mm}$

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

$$f_{v,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{v,k}}{\gamma_M} = \frac{0.60 \cdot 4.00}{1.3} = 1.85 \text{ N/mm}^2$$

$$k_{shape} = \min \left(1 + 0.05 \cdot \frac{h}{b} ; 1.3 \right) = \min \left(1 + 0.05 \cdot \frac{100.00}{50.00} ; 1.3 \right) = 1.1 \quad (6.15)$$

$$\eta_{M_x} = \frac{\tau_{tor,d}}{k_{shape} \cdot f_{v,d}} = \frac{0}{1.1 \cdot 1.85} = 0 \% \quad (6.14) \quad \text{spełniony}$$

SPRAWDZENIE INTERAKCJI

7. Siła Normalna-Zginanie

EN 1995-1-1: 6.3.2, 6.2.4

Decydująca kombinacja: [1.1*1*cw+1.35*0.85*pokrycie] {1.5*śnieg lin}

Położenie przekroju decydującego: $x = 0.17 \cdot L = 0.17 \cdot 10800.00 = 1800.00 \text{ mm}$

$$\eta_1 = \frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{|\sigma_{m,y,d}|}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{|\sigma_{m,z,d}|}{f_{m,z,d}} = \frac{0}{9.34} + \frac{|5.91|}{16.02} + 0.7 \cdot \frac{|4.30|}{18.40} = 53.2 \% \quad (6.17)$$

$$\eta_2 = \frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \cdot \frac{|\sigma_{m,y,d}|}{f_{m,y,d}} + \frac{|\sigma_{m,z,d}|}{f_{m,z,d}} = \frac{0}{9.34} + 0.7 \cdot \frac{|5.91|}{16.02} + \frac{|4.30|}{18.40} = 49.2 \% \quad (6.18)$$

$$\eta_{NM} = \max(\eta_1 ; \eta_2) = \max(53.2 ; 49.2) = 53.2 \% \quad \text{spełniony}$$

8. Ściskanie-Zginanie-Wyboczenie

EN 1995-1-1: 6.3.2

Decydująca kombinacja: [1.1*1*cw+1.35*0.85*pokrycie] {1.5*śnieg lin}

Położenie przekroju decydującego: $x = 0.17 \cdot L = 0.17 \cdot 10800.00 = 1800.00 \text{ mm}$

$$\eta_1 = \frac{|\sigma_{m,y,d}|}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{|\sigma_{m,z,d}|}{f_{m,z,d}} = \frac{|5.91|}{16.02} + 0.7 \cdot \frac{|4.30|}{18.40} = 53.2 \% \quad (6.23)$$

Projekt:

Obliczenia wykonał: Henryk Tomaszewski

AxisVM X5 R4m Zarejestrowany na: SEBUDUJ - Firma Budowlana Sebastian Parszutowicz

$$\eta_2 = k_m \cdot \frac{|\sigma_{m,y,d}|}{f_{m,y,d}} + \frac{|\sigma_{m,z,d}|}{f_{m,z,d}} = 0.7 \cdot \frac{|5.91|}{16.02} + \frac{|4.30|}{18.40} = 49.2 \% \quad (6.24)$$

$$\eta_{NM,Buck} = \max(\eta_1; \eta_2) = \max(53.2; 49.2) = 53.2 \% \quad \text{spełniony}$$

9. Siła normalna-Zginanie-Zwichrzenie

EN 1995-1-1: 6.3.3

Decydująca kombinacja: [1.1*1*cw+1.35*0.85*pokrycie] {1.5*śnieg lin}

Położenie przekroju decydującego: $x = 0.17 \cdot L = 0.17 \cdot 10800.00 = 1800.00 \text{ mm}$

$$dL = 2 \cdot h_{max} = 2 \cdot 100.00_{max} = 200.00 \text{ mm}$$

$$\sigma_{m,crit} = \frac{0.78 \cdot b^2}{h \cdot (K_{LT} \cdot L_{tot} + dL)} \cdot E_{0.05} = \frac{0.78 \cdot 50.00^2}{100.00 \cdot (1.00 \cdot 10800.00 + 200.00)} \cdot 7400.00 = 13.12 \text{ N/mm}^2 \quad (6.32)$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{f_{m,k}}{\sigma_{m,crit}}} = \sqrt{\frac{24.00}{13.12}} = 1.35 \quad (6.30)$$

$$k_{crit} = 1.56 - 0.75 \cdot \lambda_{rel,m} = 1.56 - 0.75 \cdot 1.35 = 0.55 \quad (6.34)$$

$$\eta_1 = \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} + \left(\frac{|\sigma_{m,y,d}|}{k_{crit} \cdot f_{m,y,d}} \right)^2 = \frac{0}{0.01 \cdot 12.92} + \left(\frac{|5.91|}{0.55 \cdot 16.02} \right)^2 = 45.7 \% \quad (6.35)$$

$$\eta_2 = \frac{|\sigma_{m,y,d}|}{k_{crit} \cdot f_{m,y,d}} = \frac{|5.91|}{0.55 \cdot 16.02} = 67.6 \% \quad (6.33)$$

$$\eta_{NM,LTB} = \max(\eta_1; \eta_2) = 67.6 \% \quad \text{spełniony}$$

10. Ścinanie-Skręcanie

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

Decydująca kombinacja: [1.1*1*cw+1.35*0.85*pokrycie] {1.5*śnieg lin}

Położenie przekroju decydującego: $x = 0.17 \cdot L = 0.17 \cdot 10800.00 = 1800.00 \text{ mm}$

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

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

$$\tau_{V,y,d} = \frac{1.5 \cdot |V_y|}{k_{cr} \cdot h \cdot b} = \frac{1.5 \cdot |(-569.95)|}{0.67 \cdot 100.00 \cdot 50.00} = 0.26 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta_A = \frac{|\tau_{tor,d,A}|}{k_{shape} \cdot f_{v,d}} + \left(\frac{\tau_{V,y,d}}{f_{v,d}} \right)^2 = \frac{|0|}{1.1 \cdot 2.46} + \left(\frac{0.26}{2.46} \right)^2 = 1.1 \% \quad (NA.55)$$

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

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

Projekt:

Obliczenia wykonał: Henryk Tomaszewski

AxisVM X5 R4m · Zarejestrowany na: SEBUDUJ - Firma Budowlana Sebastian Parszutowicz

$$\tau_{V_{z,d}} = \frac{1.5 \cdot |V_z|}{k_{cr} \cdot h \cdot b} = \frac{1.5 \cdot |1565.93|}{0.67 \cdot 100.00 \cdot 50.00} = 0.70 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta_B = \frac{|\tau_{tor,d,B}|}{k_{shape} \cdot f_{v,d}} + \left(\frac{\tau_{V_{z,d}}}{f_{v,d}} \right)^2 = \frac{|0|}{1.1 \cdot 2.46} + \left(\frac{0.70}{2.46} \right)^2 = 8.1 \% \quad (NA.55)$$

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

$$\eta_O = \left(\frac{\tau_{V_{y,d}}}{f_{v,d}} \right)^2 + \left(\frac{\tau_{V_{z,d}}}{f_{v,d}} \right)^2 = \left(\frac{0.26}{2.46} \right)^2 + \left(\frac{0.70}{2.46} \right)^2 = 9.2 \% \quad (NA.55)$$

$$\eta_{V_y, V_z, M_x} = \max(\eta_A; \eta_B; \eta_O; \eta_{V_y}; \eta_{V_z}) = \max(1.1; 8.1; 9.2; 10.4; 28.5) = 28.5 \% \quad \text{spełniony}$$

11. Wartość największej strefy naprężeń prostopadłej do osi

EN 1995-1-1: 6.4.3

Decydująca kombinacja: $[1.1 \cdot cw + 1.35 \cdot \text{pokrycie}]$

Położenie przekroju decydującego: $x = 0.00 \cdot L = 0.00 \cdot 10800.00 = 0 \text{ mm}$

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

12. SGU (Stan graniczny użytkowości)

EN 1995-1-1: 2.2.3, 7.2

Decydująca kombinacja: $[cw + \text{pokrycie}] \{ \text{śnieg lin} \}$

Położenie przekroju decydującego: $x = 0.07 \cdot L = 0.07 \cdot 10800.00 = 720.00 \text{ mm}$

$$k_{def} = 0.6$$

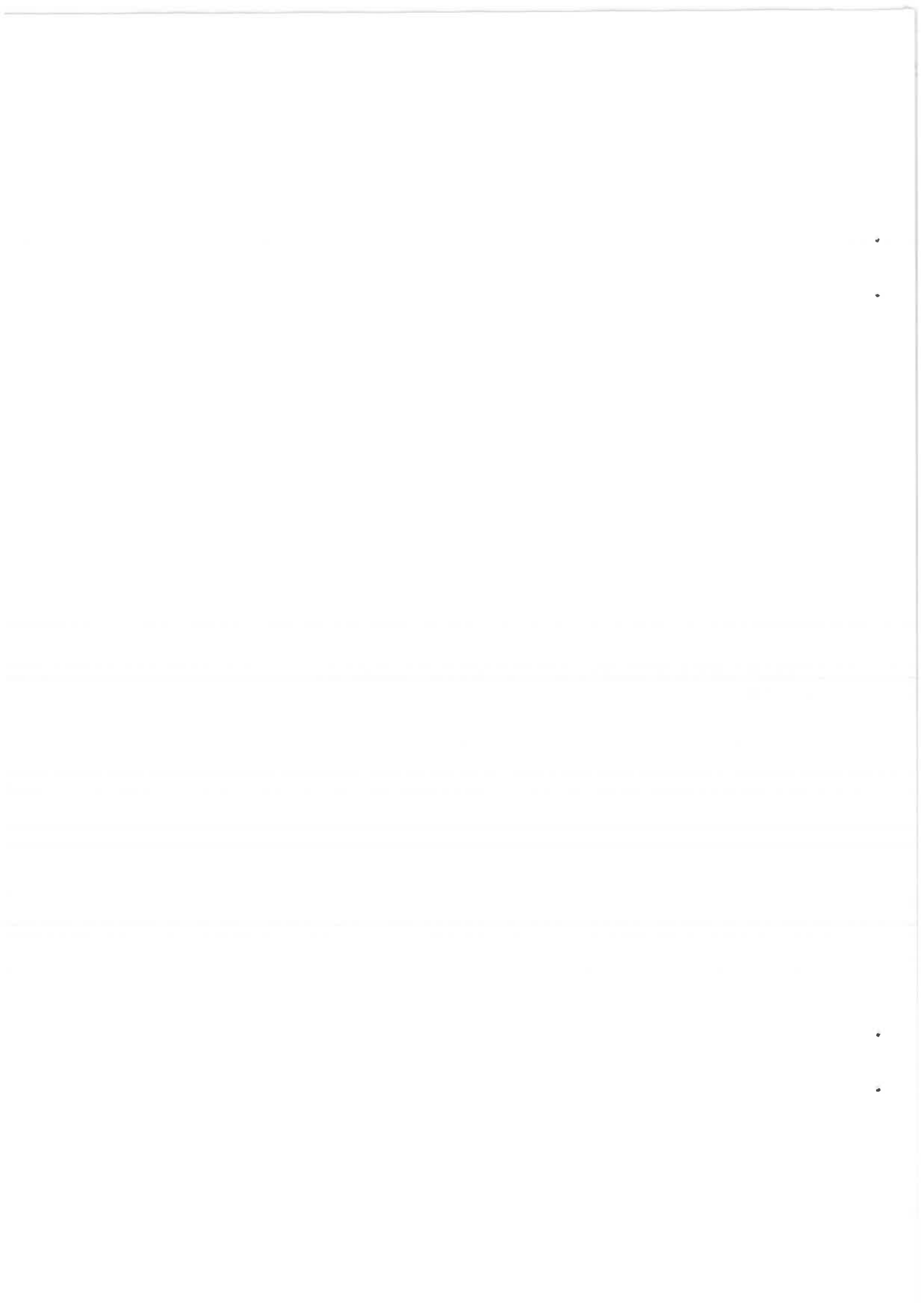
$$w_{net,fin,z} = \left| w_{fin,z} - u_{fin,j,z} \cdot \frac{x}{L} \right| = \left| (-2.59) - (-0.02) \cdot \frac{720.00}{10800.00} \right| = 2.59 \text{ mm}$$

$$w_{limit,z} = \frac{L}{200.0} = \frac{10800.00}{200.0} = 54.00 \text{ mm}$$

$$\eta_{SLS,z} = \frac{w_{net,fin,z}}{w_{limit,z}} = \frac{2.59}{54.00} = 4.8 \%$$

$$\eta_{SLS} = \eta_{SLS,z} = 4.8 = 4.8 \% \quad \text{spełniony}$$

USŁUGI PROJEKTOWE
inż. Henryk Tomaszewski
upr. bud. nr 167/80/OL
§ 13, Ust. 1, pkt 2





Elewacja północna budynku

