

PROJEKTOWANIE I NADZÓR
„BUDOWNICTWO”
inż. Włodzimierz Głowinkowski
43-450 Ustroń
ul. Wantuły 48
tel. (33) 854 25 16 601 478 707
mailto:wg.budproj@gmail.com

STAROSTWO POWIATOWE
w CIESZYNIE
ul. Bobrecka 29
43 - 400 CIESZYN

Załącznik do... *dużej*
Nr... *hm. 6740/45. 2017. MB*
z dnia... *17. 05. 2017*

PROJEKT KONSTRUKCJI


TEMAT : Przebudowa budynku w ramach zadania termomodernizacji
 obiektu ZSP

OBIEKT : Budynek szkolny – Zespół Szkół Ponadgimnazjalnych

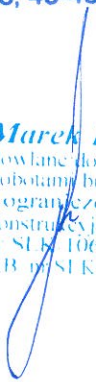
ADRES : Ustroń ul. 3 – Maja 15 Parc. Nr 5255

INWESTOR : Starostwo Powiatowe
 43–400 Cieszyn, ul. Bobrecka 29

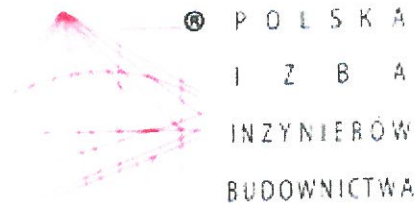
Autor :


Inż. Włodzimierz Głowinkowski
Rzeczoznawca Budowlany Nr RZE /X/ 104/04
Uprawnienia do projektowania nr 48/75 BB
Uprawnienia wykonawcze nr 643/74/Kt
ul. J. Wantuły 48, 43-450 Ustroń

Sprawdzający:


inż. bud. Marek Filipczak
uprawnienia budowlane do projektowania
i kierowania robotami budowlanymi
bez ograniczeń
w specjalności konstrukcyjno-budowlanej
nr ewidencyjny: SLEK/1067/PWOK/07
członek S.O.L.B. nr SLEK/BO/5314/08

Listopad 2016



Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

SLK-A8X-6RR-8DJ *

Pan Włodzimierz Głowinkowski o numerze ewidencyjnym SLK/BO/0298/01
adres zamieszkania ul. J. Wantuły 48, 43-450 Ustron
jest członkiem Śląskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane
ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.
Niniejsze zaświadczenie jest ważne do dnia 2016-12-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym
weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2015-11-26 roku przez:

Franciszek Buszka, Przewodniczący Rady Śląskiej 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.pliib.org.pl lub kontaktując się z biurem właściwej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

Bielsko-Biała, dnia 22 stycznia 1976 r.

Nr ewiden. B-B.48/75

DECYZJA

Na podstawie § 13 ust. 1 pkt 2, § 6 ust. 3, ~~XXXXXX~~
Rozporządzenia Ministra Gospodarki Terenowej i Ochrony Środowiska z dnia 20 lutego 1975 r. w spra-
wie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (Dz. U. nr 8, poz. 46, z dnia 7 III 1975 r.)
stwierdza się, że Obywatel inż. bud. lądowego Włodzimierz GŁOWINKOWSKI
zam. Skoczów, ul. Szewczyka 29f/40,
urodzony dnia 26 stycznia 1942 r. w Konarzewie,

P O S I A D A

przygotowanie zawodowe, upoważniające do wykonywania samodzielnej funkcji projektanta,
w specjalności konstrukcyjno-budowlanej.

Obywatel inż. Włodzimierz G ł o w i n k o w s k i
jest upoważniony do 1/ sporządzania projektów w zakresie rozwiązań konstruk-
cyjno-budowlanych budynków oraz innych budowli, z wyłączeniem
linii, węzłów i stacji kolejowych, dróg oraz lotniskowych
dróg startowych i manipulacyjnych, mostów, budowli hydrotech-
nicznych i melioracji wodnych,

./.

pieczęć okrągła

P2

Carostella suber

STAN KAJANOWY

10.11.2016

APPROVED: *[Signature]*
DATE: 12/12/2012
NR 127.0742-3

ZAWARTOŚĆ OPRACOWANIA

- | | | |
|------|---|-------------|
| 1. | Temat i zakres opracowania | str. 2 |
| 2. | Podstawa opracowania | str. 2 |
| 3. | Opis konstrukcji – stan obecny i projektowany | str. 2 – 3 |
| 3.a. | Ekspertyza techniczna | str. 3a |
| 4. | Obliczenia statycznie – wytrzymałościowe | str. 4 – 61 |
| 5. | Rysunki konstrukcyjne | |
| | Rys. Nr 1K Rzut fundamentów – rozmieszczenie projektowanych stóp fundamentowych | |
| | Rys. Nr 2K Rzut parteru – rozmieszczenie projektowanych elementów żelbetowych | |
| | Rys. Nr 3K Rzut stropu nad parterem | |
| | Rys. Nr 4K Schemat wzmocnienia elementów konstrukcyjnych dachowych więźarów kratowych | |

1. Temat i zakres opracowania

Tematem niniejszego projektu jest wzmocnienie elementów konstrukcyjnych dachów dla nowego ocieplenia i centrali wentylacyjnej oraz projekt nowego stropu parteru – wraz z podciągami, słupami i fundamentami

2. Podstawa opracowania

- 2.1. Pomiary kontrolne i przeprowadzony przegląd płatwi stalowych kratowych i więźarów dachowych oraz lokalizacji stropu nad parterem – przez autora niniejszego projektu w listopadzie 2016 r.
- 2.2. Pomiary geodezyjne poziomów w pasach dolnych więźarów i płatwi kratowych opracowane przez GEOLAND Jarosław Luber w Ustroniu ul. Piękna 15
- 2.3. Projekt architektury przebudowy budynku szkolnego Zespołu Szkół Ponadgimnazjalnych w Ustroniu ul. 3 - Maja 15 parc. Nr 5255 opracowany przez B & M Usługi Projektowe inż. M. Filipczak.
- 2.4. Ekspertyza budowlana o stanie technicznym z określeniem możliwości przebudowy i termomodernizacji budynku warsztatów w Ustroniu ul. 3-Maja 15 opracowana przez inż. Włodzimierza Głowinkowskiego
- 2.5. Obowiązujące normy i normatywy w budownictwie – w tym wielkości obciążeń

3. Opis konstrukcji – stan obecny

- Stężenia połaciowe więźby dachowej – istniejące stężenia wykonano w polach skrajnych wzdłuż płatwi oraz w polach skrajnych o szerokości ~ 4800 mm a także wykonano stężenia więźarów w kalenicy.
- Płatwie kratowe stalowe
Płatwie wieloprzęsłowe z kątowników walcowanych równoramiennych przyjęto ze stali: S235JR odpowiada to polskiemu gatunkowi stali St3S o wytrzymałości $f_d = 215 \text{ MPa}$, $\lambda_p = 84,0$; dla $g < 16 \text{ mm}$, wysokość płatwi brutto 840 mm
Rozstaw osiowy płatwi średnio 2900 mm oparte na więźarach nachylonych pod kątem $5,2^\circ$ o rozstawie osiowym 12000 mm. Podpory płatwi łączone blachami spawanymi do pasa górnego więzara i łączone czterema śrubami M12.
Płatwie spawane: z pasami górnymi z teownika równoramiennego 100x100 i dolnymi z teownika równoramiennego 60x60 oraz z krzyżulcami z kątowników walcowanych 40x40x5 i 50x50x5 mm pod kątem 45° do osi pionowej.
Nie stwierdzono odkształceń ani nadmiernych ugięć płatwi.
- Wiązary kratowe stalowe
Wiązary wieloprzęsłowe stalowe ram o rozstawie osiowym podpór 19350 mm
Przyjęto ze stali S235JR odpowiada to polskiemu gatunkowi stali St3S o wytrzymałości $f_d = 215 \text{ MPa}$, $\lambda_p = 84,0$; dla $g < 16 \text{ mm}$, wysokość więźarów brutto w kalenicy wynosi 2080 mm.
Rozstaw osiowy więźarów średnio 1200 mm, a oparcia więźarów na węzłach podporowych w ścianach murowanych.

Blachy podporowe wiązarów łączone blachami spawanymi do pasa górnego i dolnego oraz z blachami usztywniającymi.

Wiązary spawane: z pasami górnymi z dwu kątowników nierównoramiennych 150x100x12 mm i pasami dolnymi z dwu kątowników nierównoramiennych 120x80x10 oraz z krzyżulcami z kątowników równoramiennych walcowanych podwójnych i pojedynczych 40x40x5 i 50x50x5 mm pod kątem 45°.

Stężenia pościowe więźby dachowej – istniejące stężenia wykonano z pojedynczych kątowników 60x60x6 mm w polach skrajnych wzdłuż płatwi oraz w polach skrajnych o szerokości ~ 4800 mm a wykonane płatwie dachowe stężą wiązary w pasach górnych jako ustroje kratowe.

- Fundamenty – ławy i podłoże gruntowe
Wykonano 3 odkrywki stóp fundamentowych: istniejące ławy i stopy fundamentowe żelbetowe – jako ciągłe na głębokości 125 cm poniżej obecnej posadzki
Podłoże gruntowe stanowią gliny plastyczne o $I_L = 0,25$ o dopuszczalnym nacisku na grunt 150 kPa

Stan projektowany

- Połąć dachowa obciążona dodatkowo płytami warstwowymi dachowymi z rdzeniem styropianowym typ PWS-D grub. 250 mm
- Tylko środkowe płatwie dachowe (20 szt.) należy wzmocnić w pasie dolnym – dospawać do stopki teownika 60x60 w polu środkowym o długości 1500 mm płaskownik o przekroju 50x6 mm ze stali St3S $f_d = 215$ MPa, $\lambda_p = 84,0$; dla $g < 16$ mm spoinami odcinkowymi 50/150 mm $a = 5$ mm
- Tylko środkowe wiązary dachowe (3 szt.) należy wzmocnić w pasie dolnym – dospawać do stopki z kątowników szer. 2x80 + 10 mm w polach środkowych o długości 9000 mm płaskownik o przekroju 160x6 mm ze stali St3S $f_d = 215$ MPa, $\lambda_p = 84,0$; dla $g < 16$ mm spoinami odcinkowymi 50/150 mm $a = 5$ mm
Krzyżulce z kątownika 50x50x5 mm (pręty NR 14 i 21) i krzyżulce z 2 kątowników 50x50x5 mm (pręty Nr 22 i 24) wzmocnić rurami zimnociętymi 50x50x5 ze stali St3S $f_d = 215$ MPa, $\lambda_p = 84,0$; dla $g < 16$ mm, spoinami odcinkowymi 50/150 mm $a = 3$ mm
- Podpora centrali grzewczo wentylacyjnej to belki IPE 100 zawieszone na płatwach do blach 50x10 mm spawanych do pasa górnego i łączone M16 kl. 5.8.
- Strop parteru w polu 642 x 2267 cm zaprojektowano dla obciążenia zmiennego użytkowego 5,0 kN/m²
Strop należy wykonać jako monolityczny Akermana: pustaki 22 cm, nadbeton grubości 8,0 cm, klasa betonu B25 (C20/25) → $f_{cd} = 13,33$ MPa, $f_{ctd} = 1,00$ MPa, $E_{cm} = 30,0$ GPa
Stal zbrojeniowa główna A-IIIN (RB500) → $f_{yk} = 500$ MPa, $f_{yd} = 420$ MPa, $f_{tk} = 550$ MPa, stal zbrojeniowa strzemion A-0 (St0S-b) → $f_{yk} = 220$ MPa, $f_{yd} = 190$ MPa, $f_{tk} = 260$ MPa
Strop oprzeć na podciągach żelbetowych trójprzęsłowych o przekroju 50x65 cm opartych na słupach o przekroju 50x50 cm – te elementy wykonać z betonu i stali jak dla stropu Akermana
- Stopy fundamentowe skrajne A o wymiarach 110x110 cm, środkowe 210x185 i 230x185 cm i skrajne 125x125 cm, wszystkie o wys.40 cm.
Klasa betonu: B25 (C20/25) → $f_{cd} = 13,33$ MPa, $f_{ctd} = 1,00$ MPa, $E_{cm} = 30,0$ GPa
Zbrojenie: klasa stali: A-IIIN (RB500) → $f_{yk} = 500$ MPa, $f_{yd} = 420$ MPa, $f_{tk} = 550$ MPa, nominalna grubość otulenia $c_{nom} = 50$ mm

3.a. EKSPERTYZA TECHNICZNA

Dotycząca przebudowy budynku polegająca na termomodernizacji obiektu oraz przebudowie warsztatów

3.1. Analiza stanu elementów konstrukcyjnych

- Połączenie dachu o konstrukcji stalowej kryte blachami falowymi T55 z ociepleniem i pokryciem papą jest w dobrym stanie technicznym, nie stwierdziłem nieszczelności w połączeniu
- Elementy nośne dachu to stalowe więzary kratowe o rozpiętości osiowej podpór 1935 cm i rozstawie 900 cm oraz oparte na nich płatwie kratowe stalowe i długości 900 cm i rozstawie średnio 300 cm a także stężenia stężenia kalenicowe więzarów i połączeniowe między płatwiami – wszystkie elementy są w dobrym stanie technicznym, na podporach ściennych nie występują pęknięcia ani rysy. Wszystkie powierzchnie są malowane - w dobrym stanie bez odprysków i korozji.
- Dla potwierdzenia stanu geometrycznego konstrukcji stalowej wykonano pomiary geodezyjne i nie stwierdzono odkształceń ani nadmiernych ugięć płatwi: maksymalne dopuszczalne ugięcie wynosi $12000 : 250 = 33,3$ mm w poszczególnych płatwiach obecnie ugięcia rzeczywiste stałe wynoszą: 3 mm, 1 mm, 6 mm, 4 mm.
- maksymalne ugięcia obliczeniowe wynoszą 17,8 mm < 33,3 mm
Nie stwierdzono odkształceń prętów ani węzłów i nadmiernych ugięć więzarów: maksymalne dopuszczalne ugięcie wynosi $19350 : 250 = 77,4$ mm a w poszczególnych więzarach obecnie ugięcia rzeczywiste stałe wynoszą:
- 3 mm (ugięcie ku górze), - 25 mm (ugięcie ku górze) i 8 mm.
maksymalne ugięcia obliczeniowe wynoszą 25,6 mm < 77,4 mm
- Ściany nośne konstrukcyjne murowane z cegły pełnej są w dobrym stanie technicznym z nielicznymi rysami na tynku, nadproża okienne i drzwiowe bez zarysowań nie wymagają wzmocnień
- słupy stropu nad parterem o przekroju 50x50 cm były pierwotnie podporami pod jezdnię suwnicy a obecnie projekt przewiduje ich rozbiórkę do poziomu stropu parteru – między tymi słupami przewidziano w projekcie zabudowę stropem na nowych słupach i nowych podciągach oraz stopach fundamentowych – dlatego wykonano wykopy próbne w miejscu nowych stóp – stwierdziłem zaleganie w podłożu nośnej warstwy gliny plastycznej. Podciągi projektowanego stropu należy wykorzystać jako podpory pod istniejące rygle stropowe.

3.2. Wymagane wzmocnienia elementów konstrukcyjnych

- płatwie stalowe kratowe obciążone śniegiem według nowej normy oraz dodatkowo obciążone płytami dachowymi poliuretanowymi wymagają wzmocnienia w pasie dolnym na odcinku środkowym o długości 150 cm
- więzary stalowe kratowe środkowe (3 szt.) z obciążeniem jak płatwie wymagają wzmocnienia w pasie dolnym płaskownikiem – w polach środkowych o długości 900 cm.
Krzyżulce wzmocnić rurami zimnogiętymi ze spoinami odcinkowymi.
- Dla ustawienia centrali wentylacyjnej na dachu należy wykonać podporę z belek spawanych w węzłach pasa górnego płatwi dachowych
Wszystkie szczegóły wzmocnień konstrukcji dachu podano na rysunkach i w opisie technicznym niniejszego projektu

3.3. Wnioski

- konstrukcja stalowa dachu w tym płatwie i więzary główne wymagają wzmocnienia bez względu na dodatkowe obciążenia płytami ocieplającymi połączenia, a także dla projektowanego obciążenia centrala wentylacyjną.
- pozostałe elementy jak stężenia dachowe, ściany nośne murowane, słupy i strop parteru nie wymagają wzmocnień lub napraw.

3.4. Zalecenia – po wykonaniu wzmocnień elementów dachu należy całą konstrukcję oczyścić i malować trwałością 15 lat – wg PN-EN ISO 12944-1

Poz. 4. OBLICZENIA STATYCZNO – WYTRZYMAŁOŚCIOWE

Poz. 4.1. Płatwie stalowe kratowe L n = 1200 cm

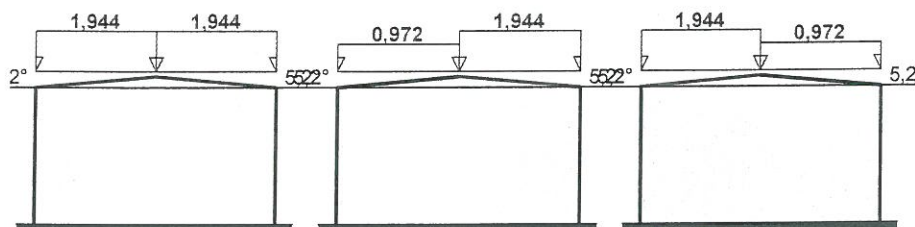
Obciążenie śniegiem wg PN-EN 1991-1-3 Dachy dwupołaciowe

przypadek (i)

przypadek (ii)

przypadek (iii)

S [kN/m²]



Połąć dachowa bardziej obciążona:

- Dach dwupołaciowy
- Obciążenie charakterystyczne śniegiem gruntu:
 - strefa obciążenia śniegiem 3; A = 370 m n.p.m. → $s_k = 0,006 \cdot A - 0,6 = 1,620 \text{ kN/m}^2$
- Warunki lokalizacyjne: normalne
 - brak wyjątkowych opadów i brak wyjątkowych zamieci → przypadek A
- Sytuacja obliczeniowa: trwała lub przejściowa
- Współczynnik ekspozycji:
 - teren normalny → $C_e = 1,0$
- Współczynnik termiczny → $C_t = 1,0$
- Współczynnik kształtu dachu:
 - nachylenie połaci $\alpha = 5,2^\circ$
 - $\mu_1 = 0,8$

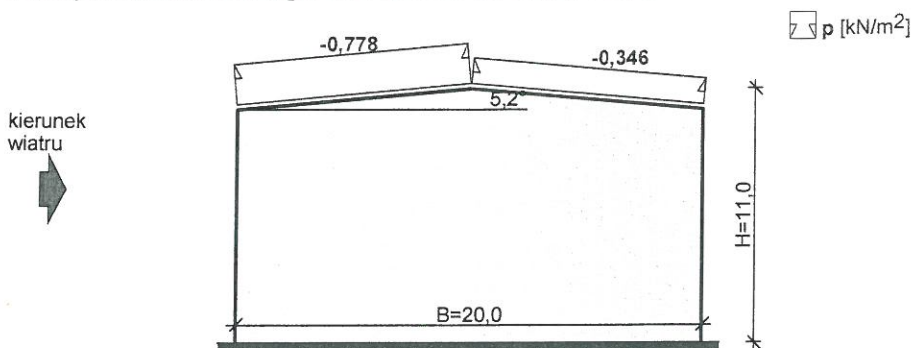
Obciążenie charakterystyczne:

$$S_k = \mu \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,620 = 1,296 \text{ kN/m}^2$$

Obciążenie obliczeniowe:

$$S = S_k \cdot \gamma_f = 1,296 \cdot 1,5 = 1,944 \text{ kN/m}^2$$

Obciążenie wiatrem wg PN-B-02011:1977/Az1 / Z1-3



Połąć zawietrzna:

- Budynek o wymiarach: B = 20,0 m, L = 36,5 m, H = 11,0 m
- Dach dwuspadowy, kąt nachylenia połaci $\alpha = 5,2^\circ$
- Charakterystyczne ciśnienie prędkości wiatru:
 - strefa obciążenia wiatrem III; H = 370 m n.p.m. → $q_k = 300 \cdot [1 + 0,0006 \cdot (H - 300)]^2 \cdot [(20000 - H) / (20000 + H)] = 314 \text{ Pa}$
 - $q_k = 0,314 \text{ kN/m}^2$
- Współczynnik ekspozycji:
 - rodzaj terenu: A; z = H = 11,0 m → $C_e(z) = 0,8 + 0,02 \cdot 11,0 = 1,02$
- Współczynnik działania porywów wiatru:

$$\beta = 1,80$$

- Współczynnik ciśnienia wewnętrznego:
budynek zamknięty $\rightarrow C_w = 0$
- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego:
 $C_z = -0,4$
- Współczynnik aerodynamiczny C:
 $C = C_z - C_w = -0,4 - 0 = -0,4$

Obciążenie charakterystyczne:

$$p_k = q_k \cdot C_e \cdot C \cdot \beta = 0,314 \cdot 1,02 \cdot (-0,4) \cdot 1,80 = -0,231 \text{ kN/m}^2$$

Obciążenie obliczeniowe:

$$p = p_k \cdot \gamma_f = (-0,231) \cdot 1,5 = -0,346 \text{ kN/m}^2$$

obciążenia stałe

plyta kingspam warstwowa poliuretanowa KS1000RW d = 200 mm	0,14	1,10	0,16 kN/m ²
papa termozgrzewalna 2 warstwy	0,15	1,20	0,18 kN/m ²
warstwa ocieplenia wełną mineralną 10 cm 0,10x0,60 =	0,06	1,20	0,07 kN/m ²
blacha fałdowa T55 g = 0,7 mm	0,08	1,10	0,09 kN/m ²

$$g = 0,43 \quad 1,16 \quad 0,50 \text{ kN/m}^2$$

Rozstaw płatwi 3,0 m	0,43x3,0 =
Obc. zmienne - śnieg	1,30x3,0 =

$$g = 1,29 \quad 1,16 \quad 1,50 \text{ kN/m}$$

$$p = 3,90 \quad 1,50 \quad 5,82 \text{ kN/m}$$

SCHEMAT RAMY



Węzły:

nr węzła	x [m]	y [m]	typ podpory	kąt
1	0,00	0,00	przegubowa	0
2	1,20	0,00		
3	2,40	0,00		
4	3,60	0,00		
5	4,80	0,00		
6	6,00	0,00		
7	7,20	0,00		
8	8,40	0,00		
9	12,00	0,00	przegubowa	0
10	1,80	-0,80		
11	3,00	-0,80		
12	4,20	-0,80		
13	5,40	-0,80		
14	6,60	-0,80		
15	7,80	-0,80		
16	10,20	-0,80		
17	9,00	-0,80		
18	9,60	0,00		
19	10,80	0,00		

Pręty:

nr pręta	węzeł początkowy	węzeł końcowy	typ przekroju	połączenie początek	połączenie koniec
1	1	2	T 100(2)	sztywne	sztywne
2	2	3	T 100(2)	sztywne	sztywne
3	3	4	T 100(2)	sztywne	sztywne
4	4	5	T 100(2)	sztywne	sztywne
5	5	6	T 100(2)	sztywne	sztywne
6	6	7	T 100(2)	sztywne	sztywne
7	7	8	T 100(2)	sztywne	sztywne
8	10	11	T 60	sztywne	sztywne
9	11	12	T 60	sztywne	sztywne
10	12	13	T 60	sztywne	sztywne

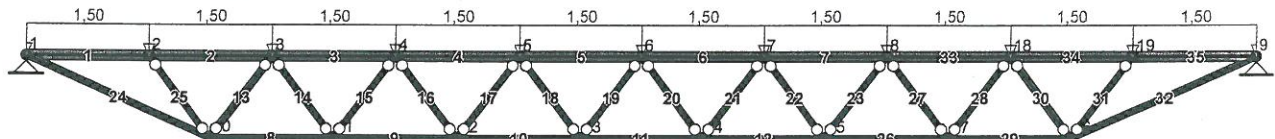
11	13	14	T 60	szttywne	szttywne
12	14	15	T 60	szttywne	szttywne
13	10	3	L 50x50x5	przegub	przegub
14	3	11	L 40x40x5	przegub	przegub
15	11	4	L 40x40x5	przegub	przegub
16	4	12	L 40x40x5	przegub	przegub
17	12	5	L 40x40x5	przegub	przegub
18	5	13	L 40x40x5	przegub	przegub
19	13	6	L 40x40x5	przegub	przegub
20	6	14	L 40x40x5	przegub	przegub
21	14	7	L 40x40x5	przegub	przegub
22	7	15	L 40x40x5	przegub	przegub
23	15	8	L 40x40x5	przegub	przegub
24	1	10	T 60	szttywne	szttywne
25	2	10	L 40x40x5	przegub	przegub
26	15	17	T 60	szttywne	szttywne
27	8	17	L 40x40x5	przegub	przegub
28	18	17	L 40x40x5	przegub	przegub
29	17	16	T 60	szttywne	szttywne
30	18	16	L 50x50x5	przegub	przegub
31	19	16	L 40x40x5	przegub	przegub
32	16	9	T 60	szttywne	szttywne
33	8	18	T 100(2)	szttywne	szttywne
34	18	19	T 100(2)	szttywne	szttywne
35	19	9	T 100(2)	szttywne	szttywne

Typy przekrojów prętowych:

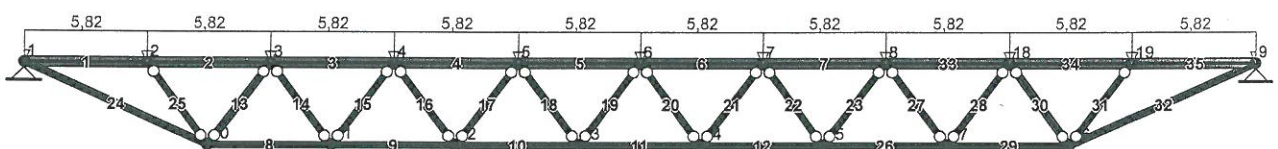
nazwa	materiał	A [cm ²]	J _x [cm ⁴]	h [cm]	e/h	E [MPa]	ρ ₀ [kg/m ³]
T 100(2)	Stal St3	20,90	179,00	10,0	0,500	205000	7850
T 60	Stal St3	7,94	23,80	6,0	0,500	205000	7850
L 40x40x5	Stal St3	3,79	8,64	5,7	0,500	205000	7850
L 50x50x5	Stal St3	4,80	17,40	7,1	0,500	205000	7850

OBCIĄŻENIA: (wartości obliczeniowe)

Przypadek P1: Przypadek 1 ($\gamma_f = 1,16$)



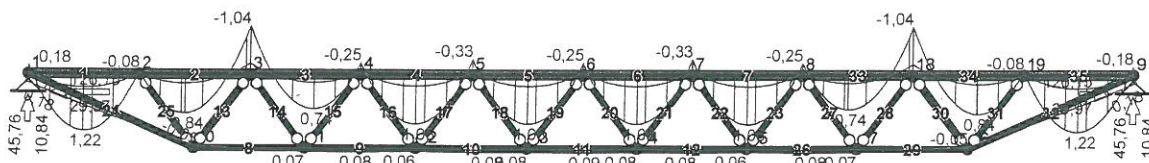
Przypadek P2: Przypadek 2 ($\gamma_f = 1,5$)



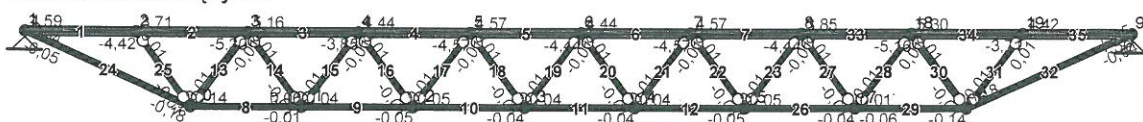
WYNIKI:

Obwiednia sił wewnętrznych

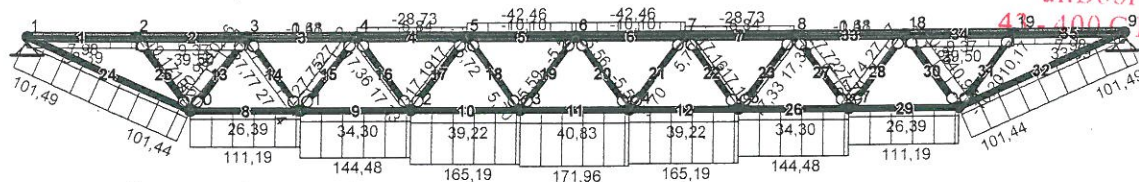
Obwiednia momentów zginających:



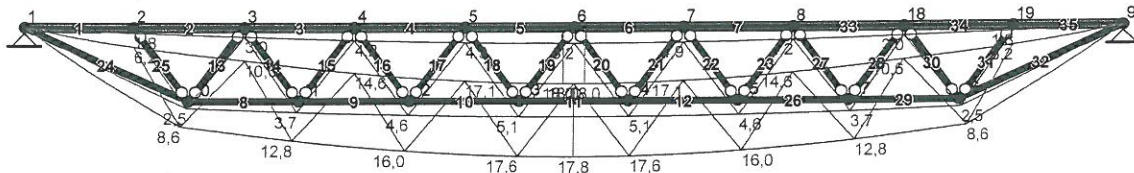
Obwiednia sił tnących:



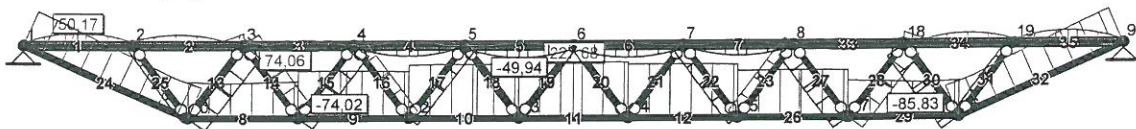
Obwiednia sił osiowych:



Obwiednia przemieszczeń:



Obwiednia naprężeń:



Ekstremalne reakcje podporowe:

węzeł (podpora)	R_y [kN]	R_x [kN]	M [kNm]	kombinacja SGN
1 (A)	45,76	-126,15	--	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	10,84	-29,97	--	K1: 1,0·P1
9 (B)	45,76	126,15	--	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	10,84	29,97	--	K1: 1,0·P1

Ekstremalne siły wewnętrzne:

pręt	x [m]	M [kNm]	N [kN]	T [kN]	kombinacja SGN
1	0,60	1,22	33,39	0,08	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	0,00	-0,18	33,39	4,59	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	1,20	-0,08	33,39	-4,42	K2: 1,0·P1+1,0·P2
2	0,50	0,84	39,50	-0,08	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	1,20	-1,04	39,50	-5,30	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	0,00	-0,08	39,50	3,71	K2: 1,0·P1+1,0·P2
3	0,70	0,74	-1,68	-0,06	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	0,00	-1,04	-1,68	5,16	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	1,20	-0,25	-1,68	-3,85	K2: 1,0·P1+1,0·P2
4	0,60	1,06	-28,73	-0,07	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	1,20	-0,33	-28,73	-4,57	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	0,00	-0,25	-28,73	4,44	K2: 1,0·P1+1,0·P2
5	0,60	1,06	-42,46	0,06	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	0,00	-0,33	-42,46	4,57	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	1,20	-0,25	-42,46	-4,44	K2: 1,0·P1+1,0·P2
6	0,60	1,06	-42,46	-0,06	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	1,20	-0,33	-42,46	-4,57	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	0,00	-0,25	-42,46	4,44	K2: 1,0·P1+1,0·P2
7	0,60	1,06	-28,73	0,07	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	0,00	-0,33	-28,73	4,57	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	1,20	-0,25	-28,73	-4,44	K2: 1,0·P1+1,0·P2
8	1,20	0,07	111,19	0,06	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	0,00	-0,05	111,19	0,14	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	1,20	0,01	26,39	-0,01	K1: 1,0·P1
9	0,53	0,08	144,48	0,00	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	0,00	0,07	144,48	0,04	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	1,20	0,06	144,48	-0,05	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	0,00	0,01	34,30	0,04	K1: 1,0·P1
10	0,74	0,08	165,19	0,00	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	0,00	0,06	165,19	0,05	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	1,20	0,01	39,22	-0,04	K1: 1,0·P1
11	0,60	0,09	171,96	0,00	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	0,00	0,08	171,96	0,04	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	1,20	0,01	40,83	-0,04	K1: 1,0·P1
12	0,46	0,08	165,19	0,00	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	0,00	0,08	165,19	0,03	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	1,20	0,06	165,19	-0,05	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	0,00	0,01	39,22	0,04	K1: 1,0·P1
13	0,50	0,00	-9,65	0,00	K1: 1,0·P1
	0,00	0,00	-40,90	0,01	K2: 1,0·P1+1,0·P2

	1,00	0,00	-40,86	-0,01	K2: 1,0-P1+1,0-P2
	0,00	0,00	-9,67	0,01	K1: 1,0-P1
14	0,50	0,00	6,65	0,00	K1: 1,0-P1
	0,00	0,00	27,77	0,01	K2: 1,0-P1+1,0-P2
	1,00	0,00	27,74	-0,01	K2: 1,0-P1+1,0-P2
	0,00	0,00	6,66	0,01	K1: 1,0-P1
15	0,50	0,00	-6,54	0,00	K1: 1,0-P1
	0,00	0,00	-27,75	0,01	K2: 1,0-P1+1,0-P2
	1,00	0,00	-27,72	-0,01	K2: 1,0-P1+1,0-P2
	0,00	0,00	-6,55	0,01	K1: 1,0-P1
16	0,50	0,00	4,18	0,00	K1: 1,0-P1
	0,00	0,00	17,36	0,01	K2: 1,0-P1+1,0-P2
	1,00	0,00	17,33	-0,01	K2: 1,0-P1+1,0-P2
	0,00	0,00	4,19	0,01	K1: 1,0-P1
17	0,50	0,00	-4,02	0,00	K1: 1,0-P1
	0,00	0,00	-17,19	0,01	K2: 1,0-P1+1,0-P2
	1,00	0,00	-17,16	-0,01	K2: 1,0-P1+1,0-P2
	0,00	0,00	-4,04	0,01	K1: 1,0-P1
18	0,50	0,00	1,41	0,00	K1: 1,0-P1
	0,00	0,00	5,72	0,01	K2: 1,0-P1+1,0-P2
	1,00	0,00	5,70	-0,01	K2: 1,0-P1+1,0-P2
	0,00	0,00	1,43	0,01	K1: 1,0-P1
19	0,50	0,00	-5,57	0,00	K2: 1,0-P1+1,0-P2
	0,00	0,00	-5,59	0,01	K2: 1,0-P1+1,0-P2
	1,00	0,00	-1,25	-0,01	K1: 1,0-P1
20	0,50	0,00	-1,27	0,00	K1: 1,0-P1
	1,00	0,00	-5,59	-0,01	K2: 1,0-P1+1,0-P2
	0,00	0,00	-1,25	0,01	K1: 1,0-P1
21	0,50	0,00	1,41	0,00	K1: 1,0-P1
	1,00	0,00	5,72	-0,01	K2: 1,0-P1+1,0-P2
	0,00	0,00	1,40	0,01	K1: 1,0-P1
22	0,50	0,00	-17,17	0,00	K2: 1,0-P1+1,0-P2
	1,00	0,00	-17,19	-0,01	K2: 1,0-P1+1,0-P2
	1,00	0,00	-4,04	-0,01	K1: 1,0-P1
	0,00	0,00	-17,16	0,01	K2: 1,0-P1+1,0-P2
23	0,50	0,00	4,18	0,00	K1: 1,0-P1
	1,00	0,00	17,36	-0,01	K2: 1,0-P1+1,0-P2
	0,00	0,00	4,17	0,01	K1: 1,0-P1
24	0,00	0,18	101,49	-0,05	K2: 1,0-P1+1,0-P2
	1,97	-0,05	101,44	-0,18	K2: 1,0-P1+1,0-P2
	0,00	0,02	24,08	0,04	K1: 1,0-P1
25	0,50	0,00	-2,31	0,00	K1: 1,0-P1
	1,00	0,00	-10,20	-0,01	K2: 1,0-P1+1,0-P2
	0,00	0,00	-2,29	0,01	K1: 1,0-P1
26	0,67	0,08	144,48	0,00	K2: 1,0-P1+1,0-P2
	0,00	0,06	144,48	0,05	K2: 1,0-P1+1,0-P2
	1,20	0,01	34,30	-0,04	K1: 1,0-P1
27	0,50	0,00	-6,54	0,00	K1: 1,0-P1
	1,00	0,00	-27,75	-0,01	K2: 1,0-P1+1,0-P2
	0,00	0,00	-6,52	0,01	K1: 1,0-P1
28	0,50	0,00	6,65	0,00	K1: 1,0-P1
	0,00	0,00	27,77	0,01	K2: 1,0-P1+1,0-P2
	1,00	0,00	6,63	-0,01	K1: 1,0-P1
29	0,00	0,07	111,19	-0,06	K2: 1,0-P1+1,0-P2
	1,20	-0,05	111,19	-0,14	K2: 1,0-P1+1,0-P2
	0,00	0,01	26,39	0,01	K1: 1,0-P1
30	0,50	0,00	-40,88	0,00	K2: 1,0-P1+1,0-P2
	1,00	0,00	-40,90	-0,01	K2: 1,0-P1+1,0-P2
	1,00	0,00	-9,67	-0,01	K1: 1,0-P1
	0,00	0,00	-40,86	0,01	K2: 1,0-P1+1,0-P2
31	0,50	0,00	-2,31	0,00	K1: 1,0-P1
	1,00	0,00	-10,20	-0,01	K2: 1,0-P1+1,0-P2
	1,00	0,00	-2,32	-0,01	K1: 1,0-P1
	0,00	0,00	-10,17	0,01	K2: 1,0-P1+1,0-P2
32	1,97	0,18	101,49	0,05	K2: 1,0-P1+1,0-P2
	0,00	-0,05	101,44	0,18	K2: 1,0-P1+1,0-P2
	1,97	0,02	24,08	-0,04	K1: 1,0-P1
33	0,50	0,74	-1,68	0,06	K2: 1,0-P1+1,0-P2
	1,20	-1,04	-1,68	-5,16	K2: 1,0-P1+1,0-P2
	0,00	-0,25	-1,68	3,85	K2: 1,0-P1+1,0-P2
34	0,70	0,84	39,50	0,08	K2: 1,0-P1+1,0-P2
	0,00	-1,04	39,50	5,30	K2: 1,0-P1+1,0-P2
	1,20	-0,08	39,50	-3,71	K2: 1,0-P1+1,0-P2
35	0,60	1,22	33,39	-0,08	K2: 1,0-P1+1,0-P2
	1,20	-0,18	33,39	-4,59	K2: 1,0-P1+1,0-P2
	0,00	-0,08	33,39	4,42	K2: 1,0-P1+1,0-P2

Ekstremalne przemieszczenia:

pręt	x [m]	v _x [mm]	v _y [mm]	kombinacja SGU
1	1,20	0,1	-6,2	K2: 1,0·P1+1,0·P2
2	1,20	0,1	-10,6	K2: 1,0·P1+1,0·P2
3	0,00	0,1	-10,6	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	1,20	0,1	-14,6	K2: 1,0·P1+1,0·P2
4	0,00	0,1	-14,6	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	1,20	0,1	-17,1	K2: 1,0·P1+1,0·P2
5	0,00	0,1	-17,1	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	1,08	0,0	-18,0	K2: 1,0·P1+1,0·P2
6	1,20	-0,1	-17,1	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	0,12	0,0	-18,0	K2: 1,0·P1+1,0·P2
7	1,20	-0,1	-14,6	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	0,00	-0,1	-17,1	K2: 1,0·P1+1,0·P2
8	0,00	-2,7	-8,2	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	1,20	-2,1	-12,6	K2: 1,0·P1+1,0·P2
9	0,00	-2,1	-12,6	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	1,20	-1,3	-15,9	K2: 1,0·P1+1,0·P2
10	0,00	-1,3	-15,9	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	1,20	-0,5	-17,6	K2: 1,0·P1+1,0·P2
11	0,00	-0,5	-17,6	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	0,60	0,0	-17,8	K2: 1,0·P1+1,0·P2
12	1,20	1,3	-15,9	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	0,00	0,5	-17,6	K2: 1,0·P1+1,0·P2
13	1,00	-8,4	-6,5	K2: 1,0·P1+1,0·P2
14	1,00	8,8	-9,2	K2: 1,0·P1+1,0·P2
15	1,00	-11,6	-8,9	K2: 1,0·P1+1,0·P2
16	1,00	11,9	-10,6	K2: 1,0·P1+1,0·P2
17	1,00	-13,7	-10,4	K2: 1,0·P1+1,0·P2
18	1,00	13,8	-10,9	K2: 1,0·P1+1,0·P2
19	1,00	-14,4	-10,8	K2: 1,0·P1+1,0·P2
20	0,00	14,4	-10,8	K2: 1,0·P1+1,0·P2
21	0,00	-13,8	-10,9	K2: 1,0·P1+1,0·P2
22	0,00	13,7	-10,4	K2: 1,0·P1+1,0·P2
23	0,00	-11,9	-10,6	K2: 1,0·P1+1,0·P2
24	1,97	0,9	-8,5	K2: 1,0·P1+1,0·P2
25	0,00	5,0	-3,7	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	1,00	4,9	-7,0	K2: 1,0·P1+1,0·P2
26	1,20	2,1	-12,6	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	0,00	1,3	-15,9	K2: 1,0·P1+1,0·P2
27	0,00	11,6	-8,9	K2: 1,0·P1+1,0·P2
28	1,00	8,8	9,2	K2: 1,0·P1+1,0·P2
29	1,20	2,7	-8,2	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	0,00	2,1	-12,6	K2: 1,0·P1+1,0·P2
30	0,00	8,4	-6,5	K2: 1,0·P1+1,0·P2
31	0,00	5,0	3,7	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	1,00	4,9	7,0	K2: 1,0·P1+1,0·P2
32	0,00	-0,9	-8,5	K2: 1,0·P1+1,0·P2
33	1,20	-0,1	-10,6	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	0,00	-0,1	-14,6	K2: 1,0·P1+1,0·P2
34	0,00	-0,1	-10,6	K2: 1,0·P1+1,0·P2
35	0,00	-0,1	-6,2	K2: 1,0·P1+1,0·P2

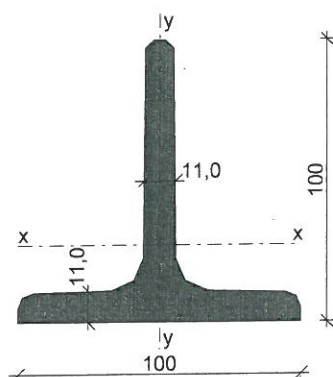
Napężenia ekstremalne:

pręt	x [m]	σ _{max} [MPa]	σ _{min} [MPa]	kombinacja SGN
1	0,60 m	50,17	--	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	0,60 m	--	-18,22	K2: 1,0·P1+1,0·P2
2	1,20 m	47,83	--	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	1,20 m	--	-10,04	K2: 1,0·P1+1,0·P2
3	0,00 m	28,13	--	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	0,00 m	--	-29,74	K2: 1,0·P1+1,0·P2
4	0,60 m	15,98	--	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	0,60 m	--	-43,47	K2: 1,0·P1+1,0·P2
5	0,60 m	9,31	--	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	0,60 m	--	-49,94	K2: 1,0·P1+1,0·P2
6	0,60 m	9,31	--	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	0,60 m	--	-49,94	K2: 1,0·P1+1,0·P2
7	0,60 m	15,98	--	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	0,60 m	--	-43,47	K2: 1,0·P1+1,0·P2
8	1,20 m	148,76	--	K2: 1,0·P1+1,0·P2
9	0,53 m	191,90	--	K2: 1,0·P1+1,0·P2
10	0,74 m	218,44	--	K2: 1,0·P1+1,0·P2
11	0,60 m	227,68	--	K2: 1,0·P1+1,0·P2
12	0,46 m	218,44	--	K2: 1,0·P1+1,0·P2
13	0,48 m	--	-85,83	K2: 1,0·P1+1,0·P2

14	0,48 m	74,06	--	K2: 1,0·P1+1,0·P2
15	0,48 m	--	-74,02	K2: 1,0·P1+1,0·P2
16	0,48 m	46,60	--	K2: 1,0·P1+1,0·P2
17	0,48 m	--	-46,15	K2: 1,0·P1+1,0·P2
18	0,48 m	15,90	--	K2: 1,0·P1+1,0·P2
19	0,48 m	--	-15,54	K2: 1,0·P1+1,0·P2
20	0,52 m	--	-15,54	K2: 1,0·P1+1,0·P2
21	0,52 m	15,90	--	K2: 1,0·P1+1,0·P2
22	0,52 m	--	-46,15	K2: 1,0·P1+1,0·P2
23	0,52 m	46,60	--	K2: 1,0·P1+1,0·P2
24	0,00 m	149,97	--	K2: 1,0·P1+1,0·P2
25	0,52 m	--	-27,70	K2: 1,0·P1+1,0·P2
26	0,67 m	191,90	--	K2: 1,0·P1+1,0·P2
27	0,52 m	--	-74,02	K2: 1,0·P1+1,0·P2
28	0,48 m	74,06	--	K2: 1,0·P1+1,0·P2
29	0,00 m	148,76	--	K2: 1,0·P1+1,0·P2
30	0,52 m	--	-85,83	K2: 1,0·P1+1,0·P2
31	0,52 m	--	-27,70	K2: 1,0·P1+1,0·P2
32	1,97 m	149,97	--	K2: 1,0·P1+1,0·P2
33	1,20 m	28,13	--	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	1,20 m	--	-29,74	K2: 1,0·P1+1,0·P2
34	0,00 m	47,83	--	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	0,00 m	--	-10,04	K2: 1,0·P1+1,0·P2
35	0,60 m	50,17	--	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	0,60 m	--	-18,22	K2: 1,0·P1+1,0·P2

Poz. 4.2. Sprawdzenie elementu – pręt Nr 5 I 6

Teownik równoramienny T 100 (wg PN-EN 10055:1999)



Wymiary przekroju

$h = 100 \text{ mm}$, $b_f = 100 \text{ mm}$
 $t_w = 11,0 \text{ mm}$, $t_f = 11,0 \text{ mm}$
 $r = 11,0 \text{ mm}$, $r_1 = 5,5 \text{ mm}$
 $r_2 = 3,0 \text{ mm}$
 $e = 27,4 \text{ mm}$

Cechy geometryczne przekroju

$A = 20,90 \text{ cm}^2$, $A_{vy} = 17,16 \text{ cm}^2$
 $J_x = 179,0 \text{ cm}^4$, $J_y = 88,30 \text{ cm}^4$
 $W_x = 24,60 \text{ cm}^3$, $W_y = 17,70 \text{ cm}^3$
 $i_x = 2,920 \text{ cm}$, $i_y = 2,050 \text{ cm}$
 $J_\omega = 0 \text{ cm}^6$, $J_T = 8,385 \text{ cm}^4$
 $A_L = 0,378 \text{ m}^2/\text{m}$, $A_L = 23,04 \text{ m}^2/\text{t}$
 $U/A = 180,8 \text{ m}^{-1}$, $m = 16,40 \text{ kg/m}$

Stal: St3, $f_d = 215 \text{ MPa}$, $\lambda_p = 84,0$;

Nośność obliczeniowa przy rozciąganiu

$N_{Rt} = 449,3 \text{ kN}$

Nośność obliczeniowa przy ściskaniu

$N_{Rc} = 449,3 \text{ kN}$ (klasa: 1, $\psi = 1,000$)

• wyboczenie gięte względem osi x-x

$l_{ex} = 1,20 \text{ m}$, $\lambda_x = 41,1$, $N_{cr,x} = 2515 \text{ kN}$, $\bar{\lambda}_x = 1,15 \cdot \text{pierw}(N_{Rc}/N_{cr,x}) = 0,489$ wg "c" $\rightarrow \varphi_x = 0,871$

$\varphi_x \cdot N_{Rc} = 391,5 \text{ kN}$

- wyboczenie giętnie względem osi y-y

$$I_{ey} = 2,90 \text{ m}, \lambda_y = 141,5, N_{cr,y} = 212,4 \text{ kN}, \bar{\lambda}_y = 1,15 \cdot \sqrt{N_{Rc}/N_{cr,y}} = 1,684 \text{ wg "c"} \rightarrow \varphi_y = 0,286$$

$$\varphi_y \cdot N_{Rc} = 128,5 \text{ kN}$$

- wyboczenie giętno-skrętne

$$I_{\omega} = 1,20 \text{ m}, N_{cr,\omega} = 3828 \text{ kN}, N_{cr,y\omega} = 209,1 \text{ kN}$$

$$\bar{\lambda}_{y\omega} = 1,15 \cdot \sqrt{N_{Rc}/N_{cr,y\omega}} = 1,686 \text{ wg "c"} \rightarrow \varphi_{y\omega} = 0,285$$

$$\varphi_{y\omega} \cdot N_{Rc} = 128,3 \text{ kN}$$

Nośność obliczeniowa przy zginaniu

$$M_{Rx} = 20,70 \text{ kNm (klasa: 1, pominięto rezerwę plastyczną przekroju} \rightarrow \alpha_{px} = 1,000)$$

$$M_{Ry} = 7,921 \text{ kNm (klasa: 1, nie wykorzystuje się rezerwy plastycznej przekroju} \rightarrow \alpha_{py} = 1,000)$$

- ustalenie współczynnika zwichrzenia

$$l_{zw} = 2,90 \text{ m; warunki podparcia: P,P; } \mu_y = 1,00, \mu_\omega = 1,00;$$

obc. równomiernie rozłożone przyłożone do pasa ściskanego

$$M_{cr} = 41,76 \text{ kNm}, \bar{\lambda}_L = 0,810, \text{ wg "a"} \rightarrow \varphi_L = 0,887$$

$$\varphi_L \cdot M_{Rx} = 18,37 \text{ kNm}$$

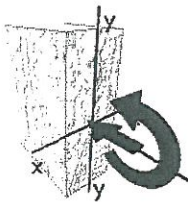
Nośność obliczeniowa przy ścinaniu

$$V_{Ry} = 107,0 \text{ kN (klasa: 0, } \varphi_{pvy} = 1,000)$$

$$V_{Rx} = 274,3 \text{ kN (klasa: 0, } \varphi_{pvx} = 1,000)$$

Obciążenie elementu

$$N = 42,46 \text{ kN}, M_x = 1,060 \text{ kNm}$$



Warunki nośności elementu

$$(57) \Delta_x = 0,001; \text{ założono } \beta_x = 1,0$$

$$(58) N / (\varphi_x \cdot N_{Rc}) + \beta_x \cdot M_x / (\varphi_L \cdot M_{Rx}) + \Delta_x = 0,108 + 0,058 + 0,001 = 0,167 < 1$$

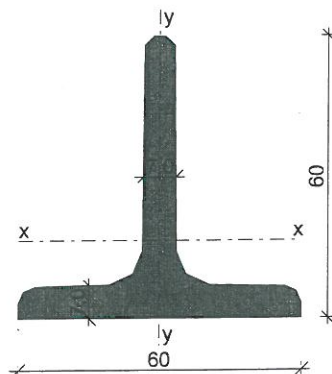
$$(57) \Delta_y = 0,000; \text{ założono } \beta_x = 1,0$$

$$(58) N / (\varphi_y \cdot N_{Rc}) + \beta_x \cdot M_x / (\varphi_L \cdot M_{Rx}) + \Delta_y = 0,331 + 0,058 + 0,000 = 0,388 < 1$$

$$(39) N / (\varphi_{y\omega} \cdot N_{Rc}) = 0,331 < 1$$

Sprawdzenie elementu – pręt Nr 11

Teownik równoramienny T 60 (wg PN-EN 10055:1999)



Wymiary przekroju

$$h = 60 \text{ mm}, b_f = 60 \text{ mm}$$

$$t_w = 7,0 \text{ mm}, t_f = 7,0 \text{ mm}$$

$$r = 7,0 \text{ mm}, r_1 = 3,5 \text{ mm}$$

$$r_2 = 2,0 \text{ mm}$$

$$e = 16,6 \text{ mm}$$

Cechy geometryczne przekroju

$$A = 7,940 \text{ cm}^2, A_{vy} = 6,440 \text{ cm}^2$$

$$J_x = 23,80 \text{ cm}^4, J_y = 12,20 \text{ cm}^4$$

$$\begin{aligned} W_x &= 5,480 \text{ cm}^3, & W_y &= 4,070 \text{ cm}^3 \\ i_x &= 1,730 \text{ cm}, & i_y &= 1,240 \text{ cm} \\ J_w &= 0 \text{ cm}^6, & J_T &= 1,292 \text{ cm}^4 \\ A_L &= 0,226 \text{ m}^2/\text{m}, & A_L &= 36,28 \text{ m}^2/\text{t} \\ U/A &= 284,7 \text{ m}^{-1}, & m &= 6,230 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

Stal: St3, $f_d = 215 \text{ MPa}$, $\lambda_p = 84,0$;

Nośność obliczeniowa przy rozciąganiu

$$N_{Rt} = 170,7 \text{ kN}$$

Nośność obliczeniowa przy ściskaniu

$$N_{Rc} = 170,7 \text{ kN} \text{ (klasa: 1, } \psi = 1,000)$$

• wyboczenie giętno-względem osi x-x

$$l_{ex} = 1,20 \text{ m}, \lambda_x = 69,4, N_{cr,x} = 334,4 \text{ kN}, \bar{\lambda}_x = 1,15 \cdot \sqrt{N_{Rc}/N_{cr,x}} = 0,826 \text{ wg "c"} \rightarrow \varphi_x = 0,665$$

$$\varphi_x \cdot N_{Rc} = 113,5 \text{ kN}$$

• wyboczenie giętno-względem osi y-y

$$l_{ey} = 3,00 \text{ m}, \lambda_y = 241,9, N_{cr,y} = 27,43 \text{ kN}, \bar{\lambda}_y = 1,15 \cdot \sqrt{N_{Rc}/N_{cr,y}} = 2,880 \text{ wg "c"} \rightarrow \varphi_y = 0,113$$

$$\varphi_y \cdot N_{Rc} = 19,32 \text{ kN}$$

• wyboczenie giętno-skrętne

$$l_{\omega} = 1,20 \text{ m}, N_{cr,\omega} = 1655 \text{ kN}, N_{cr,y\omega} = 27,30 \text{ kN}$$

$$\bar{\lambda}_{y\omega} = 1,15 \cdot \sqrt{N_{Rc}/N_{cr,y\omega}} = 2,876 \text{ wg "c"} \rightarrow \varphi_{y\omega} = 0,113$$

$$\varphi_{y\omega} \cdot N_{Rc} = 19,37 \text{ kN}$$

Nośność obliczeniowa przy zginaniu

$$M_{Rx} = 4,659 \text{ kNm} \text{ (klasa: 1, pominięto rezerwę plastyczną przekroju} \rightarrow \alpha_{px} = 1,000)$$

$$M_{Ry} = 1,815 \text{ kNm} \text{ (klasa: 1, nie wykorzystuje się rezerwy plastycznej przekroju} \rightarrow \alpha_{py} = 1,000)$$

• ustalenie współczynnika zwichrzenia

$$l_{zw} = 3,00 \text{ m; warunki podparcia: P,P; } \mu_y = 1,00, \mu_{\omega} = 1,00;$$

obc. równomiernie rozłożone przyłożone do pasa ściskanego

$$M_{cr} = 6,17 \text{ kNm}, \bar{\lambda}_L = 0,999 \text{ wg "a"} \rightarrow \varphi_L = 0,758$$

$$\varphi_L \cdot M_{Rx} = 3,534 \text{ kNm}$$

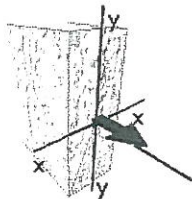
Nośność obliczeniowa przy ścinaniu

$$V_{Ry} = 40,15 \text{ kN} \text{ (klasa: 0, } \varphi_{pvy} = 1,000)$$

$$V_{Rx} = 104,7 \text{ kN} \text{ (klasa: 0, } \varphi_{pvx} = 1,000)$$

Obciążenie elementu

$$N = -172 \text{ kN}$$



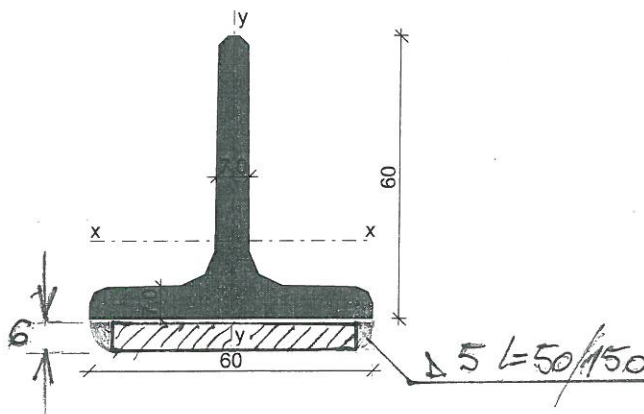
Warunki nośności elementu

$$(31) \quad N = 172,0 \text{ kN} > N_{Rt} = 170,7 \text{ kN} \quad (100,7\%)$$

(!!!)

Poz. 4.3. Wzmocnienie elementu – pręt Nr 11

Teownik równoramienny T 60 (wg PN-EN 10055:1999) + płaskownik 50 x 6 mm



Wymiary przekroju

$h = 60 \text{ mm}$, $b_f = 60 \text{ mm}$
 $t_w = 7,0 \text{ mm}$, $t_f = 7,0 \text{ mm}$
 $r = 7,0 \text{ mm}$, $r_1 = 3,5 \text{ mm}$
 $r_2 = 2,0 \text{ mm}$
 $e = 16,6 \text{ mm}$

Cechy geometryczne przekroju

$A = 7,940 + 3,00 = 10,94 \text{ cm}^2$ $A_{vy} = 6,440 \text{ cm}^2$
 $U/A = 284,7 \text{ m}^{-1}$, $m = 6,230 + 2,35 = 8,58 \text{ kg/m}$

Stal: St3, $f_d = 215 \text{ MPa}$, $\lambda_p = 84,0$;

Nośność obliczeniowa przy rozciąganiu

$N_{Rt} = 235,2 \text{ kN}$

Nośność obliczeniowa przy ściskaniu

$N_{Rc} = 170,7 \text{ kN}$ (klasa: 1, $\psi = 1,000$)

• wyboczenie gięte względem osi x-x

$l_{ex} = 1,20 \text{ m}$, $\lambda_x = 69,4$, $N_{cr,x} = 334,4 \text{ kN}$, $\bar{\lambda}_x = 1,15 \cdot \text{pierw}(N_{Rc}/N_{cr,x}) = 0,826$ wg "c" $\rightarrow \varphi_x = 0,665$

$\varphi_x \cdot N_{Rc} = 113,5 \text{ kN}$

• wyboczenie gięte względem osi y-y

$l_{ey} = 3,00 \text{ m}$, $\lambda_y = 241,9$, $N_{cr,y} = 27,43 \text{ kN}$, $\bar{\lambda}_y = 1,15 \cdot \text{pierw}(N_{Rc}/N_{cr,y}) = 2,880$ wg "c" $\rightarrow \varphi_y = 0,113$

$\varphi_y \cdot N_{Rc} = 19,32 \text{ kN}$

• wyboczenie giętno-skrętne

$l_{\omega} = 1,20 \text{ m}$, $N_{cr,\omega} = 1655 \text{ kN}$, $N_{cr,y\omega} = 27,30 \text{ kN}$

$\bar{\lambda}_{y\omega} = 1,15 \cdot \text{pierw}(N_{Rc}/N_{cr,y\omega}) = 2,876$ wg "c" $\rightarrow \varphi_{y\omega} = 0,113$

$\varphi_{y\omega} \cdot N_{Rc} = 19,37 \text{ kN}$

Nośność obliczeniowa przy zginaniu

$M_{Rx} = 4,659 \text{ kNm}$ (klasa: 1, pominięto rezerwę plastyczną przekroju $\rightarrow \alpha_{px} = 1,000$)

$M_{Ry} = 1,815 \text{ kNm}$ (klasa: 1, nie wykorzystuje się rezerwy plastycznej przekroju $\rightarrow \alpha_{py} = 1,000$)

• ustalenie współczynnika zwichrzenia

$l_{zw} = 3,00 \text{ m}$; warunki podparcia: P,P; $\mu_y = 1,00$, $\mu_{\omega} = 1,00$;

obc. równomiernie rozłożone przyłożone do pasa ściskanego

$M_{cr} = 6,17 \text{ kNm}$, $\bar{\lambda}_L = 0,999$ wg "a₀" $\rightarrow \varphi_L = 0,758$

$\varphi_L \cdot M_{Rx} = 3,534 \text{ kNm}$

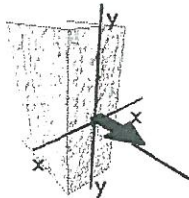
Nośność obliczeniowa przy ścinaniu

$V_{Ry} = 40,15 \text{ kN}$ (klasa: 0, $\varphi_{pvy} = 1,000$)

$V_{Rx} = 104,7 \text{ kN}$ (klasa: 0, $\varphi_{pvx} = 1,000$)

Obciążenie elementu

$N = -172 \text{ kN}$



Warunki nośności elementu

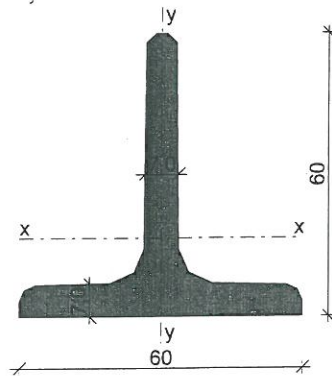
(31) $N = 172,0 \text{ kN} < N_{Rt} = 235,2 \text{ kN}$ (73,1%)

Poz. 4.4. Sprawdzenie elementu – pręt Nr 10 i 12

Teownik równoramienny T 60 (wg PN-EN 10055:1999)

Wymiary przekroju

$h = 60 \text{ mm}$, $b_f = 60 \text{ mm}$
 $t_w = 7,0 \text{ mm}$, $t_f = 7,0 \text{ mm}$
 $r = 7,0 \text{ mm}$, $r_1 = 3,5 \text{ mm}$
 $r_2 = 2,0 \text{ mm}$, $e = 16,6 \text{ mm}$



Cechy geometryczne przekroju

$A = 7,940 \text{ cm}^2$, $A_{wy} = 6,440 \text{ cm}^2$
 $J_x = 23,80 \text{ cm}^4$, $J_y = 12,20 \text{ cm}^4$
 $W_x = 5,480 \text{ cm}^3$, $W_y = 4,070 \text{ cm}^3$
 $i_x = 1,730 \text{ cm}$, $i_y = 1,240 \text{ cm}$
 $J_\omega = 0 \text{ cm}^6$, $J_T = 1,292 \text{ cm}^4$
 $A_L = 0,226 \text{ m}^2/\text{m}$, $A_L = 36,28 \text{ m}^2/\text{t}$
 $U/A = 284,7 \text{ m}^{-1}$, $m = 6,230 \text{ kg/m}$

Stal: St3, $f_d = 215 \text{ MPa}$, $\lambda_p = 84,0$;

Nośność obliczeniowa przy rozciąganiu

$N_{Rt} = 170,7 \text{ kN}$

Nośność obliczeniowa przy ściskaniu

$N_{Rc} = 170,7 \text{ kN}$ (klasa: 1, $\psi = 1,000$)

• wyboczenie gięte względem osi x-x

$l_{ex} = 1,20 \text{ m}$, $\lambda_x = 69,4$, $N_{cr,x} = 334,4 \text{ kN}$, $\bar{\lambda}_x = 1,15 \cdot \text{pierw}(N_{Rc}/N_{cr,x}) = 0,826$ wg "c" $\rightarrow \varphi_x = 0,665$

$\varphi_x \cdot N_{Rc} = 113,5 \text{ kN}$

• wyboczenie gięte względem osi y-y

$l_{ey} = 3,00 \text{ m}$, $\lambda_y = 241,9$, $N_{cr,y} = 27,43 \text{ kN}$, $\bar{\lambda}_y = 1,15 \cdot \text{pierw}(N_{Rc}/N_{cr,y}) = 2,880$ wg "c" $\rightarrow \varphi_y = 0,113$

$\varphi_y \cdot N_{Rc} = 19,32 \text{ kN}$

• wyboczenie giętno-skrętne

$l_\omega = 1,20 \text{ m}$, $N_{cr,\omega} = 1655 \text{ kN}$, $N_{cr,y\omega} = 27,30 \text{ kN}$

$\bar{\lambda}_{y\omega} = 1,15 \cdot \text{pierw}(N_{Rc}/N_{cr,y\omega}) = 2,876$ wg "c" $\rightarrow \varphi_{y\omega} = 0,113$

$\varphi_{y\omega} \cdot N_{Rc} = 19,37 \text{ kN}$

Nośność obliczeniowa przy zginaniu

$M_{Rx} = 4,659 \text{ kNm}$ (klasa: 1, pominięto rezerwę plastyczną przekroju $\rightarrow \alpha_{px} = 1,000$)

$M_{Ry} = 1,815 \text{ kNm}$ (klasa: 1, nie wykorzystuje się rezerwy plastycznej przekroju $\rightarrow \alpha_{py} = 1,000$)

• ustalenie współczynnika zwichrzenia

$l_{zw} = 3,00 \text{ m}$; warunki podparcia: P,P; $\mu_y = 1,00$, $\mu_\omega = 1,00$;

obc. równomiernie rozłożone przyłożone do pasa ściskanego

$M_{cr} = 6,17 \text{ kNm}$, $\bar{\lambda}_L = 0,999$ wg "a0" $\rightarrow \varphi_L = 0,758$

$\varphi_L \cdot M_{Rx} = 3,534 \text{ kNm}$

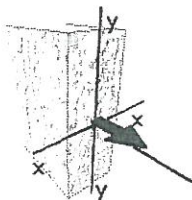
Nośność obliczeniowa przy ścinaniu

$V_{Ry} = 40,15 \text{ kN}$ (klasa: 0, $\varphi_{pvy} = 1,000$)

$V_{Rx} = 104,7 \text{ kN}$ (klasa: 0, $\varphi_{pvx} = 1,000$)

Obciążenie elementu

$N = -165 \text{ kN}$



Warunki nośności elementu

(31) $N = 165,2 \text{ kN} < N_{Rt} = 170,7 \text{ kN}$ (96,8%)

Poz. 4.5. Wiązary stalowe kratowe L o = 1935 cm

Obciążenia

W węzłach - stałe $10,84 \times (2,90 : 3,00) \times 2 =$

20,96 kN

W węzłach - zmienne $45,76 - 10,84 \times (2,90 : 3,00) \times 2 =$

67,51 kN

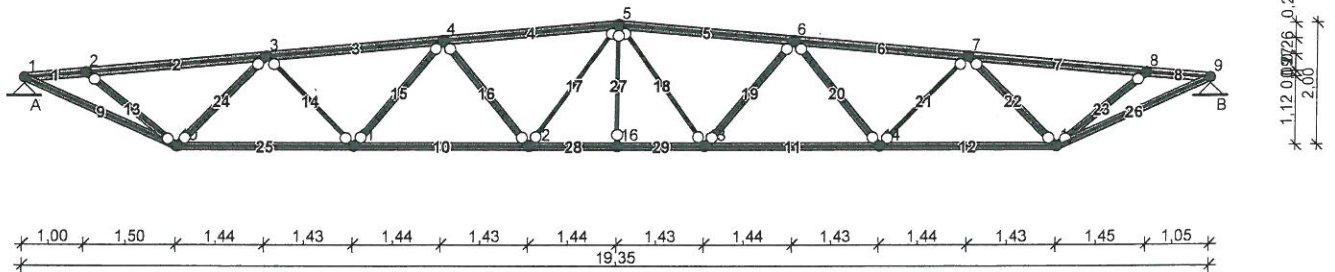
W węzłach skrajnych - stałe $10,84 \times (2,90 : 3,00) \times 2 \times (2,0 : 2,90) =$

14,46 kN

W węzłach - zmienne $45,76 - 10,84 \times (2,90 : 3,00) \times 2 \times (2,0 : 2,90) =$

46,56 kN

SCHEMAT RAMY



Węzły:

nr węzła	x [m]	y [m]	typ podpory	kąt
1	0,00	0,00	przegubowa	0
2	1,00	0,09		
3	3,94	0,36		
4	6,81	0,62		
5	9,68	0,88		
6	12,55	0,62		
7	15,42	0,36		
8	18,30	0,09		
9	19,35	0,00	przegubowa	0
10	2,50	-1,12		
11	5,37	-1,12		
12	8,24	-1,12		
13	11,11	-1,12		
14	13,98	-1,12		
15	16,85	-1,12		
16	9,68	-1,12		

pręt	węzeł początkowy	węzeł końcowy	typ przekroju	połączenie początek	połączenie koniec
1	1	2	2 L 150x100x1 2 ap 10 mm	sztywne	sztywne
2	2	3	2 L 150x100x1 2 ap 10 mm	sztywne	sztywne
3	3	4	2 L 150x100x1 2 ap 10 mm	sztywne	sztywne
4	4	5	2 L 150x100x1 2 ap 10 mm	sztywne	sztywne
5	5	6	2 L 150x100x1 2 ap 10 mm	sztywne	sztywne
6	6	7	2 L 150x100x1 2 ap 10 mm	sztywne	sztywne
7	7	8	2 L 150x100x1 2 ap 10 mm	sztywne	sztywne
8	8	9	2 L 150x100x1 2 ap 10 mm	sztywne	sztywne
9	1	10	2 L 120x80x10 ap 10 mm	sztywne	sztywne

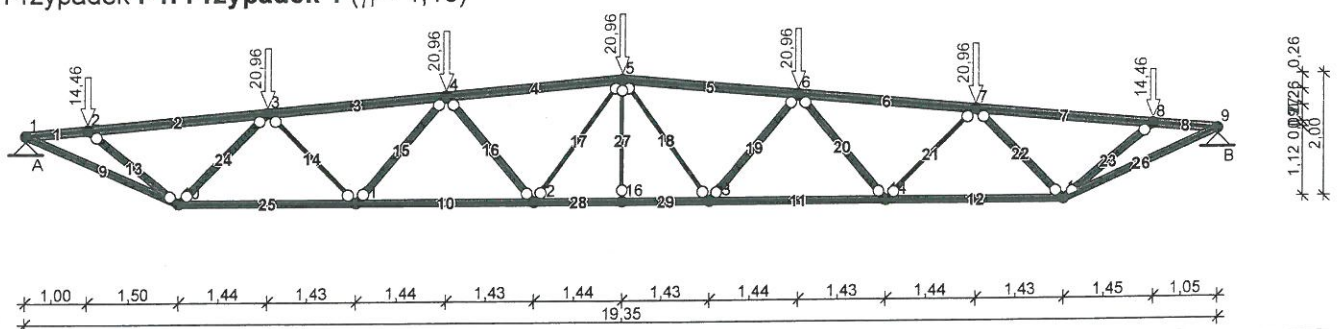
10	11	12	2 L 120x80x10 ap 10 mm	sztywne	sztywne
11	13	14	2 L 120x80x10 ap 10 mm	sztywne	sztywne
12	14	15	2 L 120x80x10 ap 10 mm	sztywne	sztywne
13	10	2	2 L 50x50x5 a _{px} 10 mm apy 10 mm	przegub	przegub
14	3	11	L 50x50x5	przegub	przegub
15	11	4	2 L 50x50x5 a _{px} 10 mm apy 10 mm	przegub	przegub
16	4	12	2 L 50x50x5 a _{px} 10 mm apy 10 mm	przegub	przegub
17	12	5	L 50x50x5	przegub	przegub
18	5	13	L 50x50x5	przegub	przegub
19	13	6	2 L 50x50x5 a _{px} 10 mm apy 10 mm	przegub	przegub
20	6	14	2 L 50x50x5 a _{px} 10 mm apy 10 mm	przegub	przegub
21	14	7	L 50x50x5	przegub	przegub
22	7	15	2 L 50x50x5 a _{px} 10 mm apy 10 mm	przegub	przegub
23	15	8	2 L 50x50x5 a _{px} 10 mm apy 10 mm	przegub	przegub
24	3	10	2 L 50x50x5 a _{px} 10 mm apy 10 mm	przegub	przegub
25	10	11	2 L 120x80x10 ap 10 mm	sztywne	sztywne
26	15	9	2 L 120x80x10 ap 10 mm	sztywne	sztywne
27	5	16	L 50x50x5	przegub	przegub
28	12	16	2 L 120x80x10 ap 10 mm	sztywne	sztywne
29	16	13	2 L 120x80x10 ap 10 mm	sztywne	sztywne

Typy przekrojów prętowych:

nazwa	materiał	A [cm ²]	J _x [cm ⁴]	h [cm]	e/h	E [MPa]	ρ ₀ [kg/m ³]
2 L 150x100x12 ap 10 mm	Stal St3	57,40	1300,00	15,0	0,500	205000	7850
2 L 120x80x10 ap 10 mm	Stal St3	38,20	552,00	12,0	0,500	205000	7850
2 L 50x50x5 a _{px} 10 mm apy 10 mm	Stal St3	9,60	56,66	11,0	0,500	205000	7850
L 50x50x5	Stal St3	4,80	11,00	5,0	0,280	205000	7850

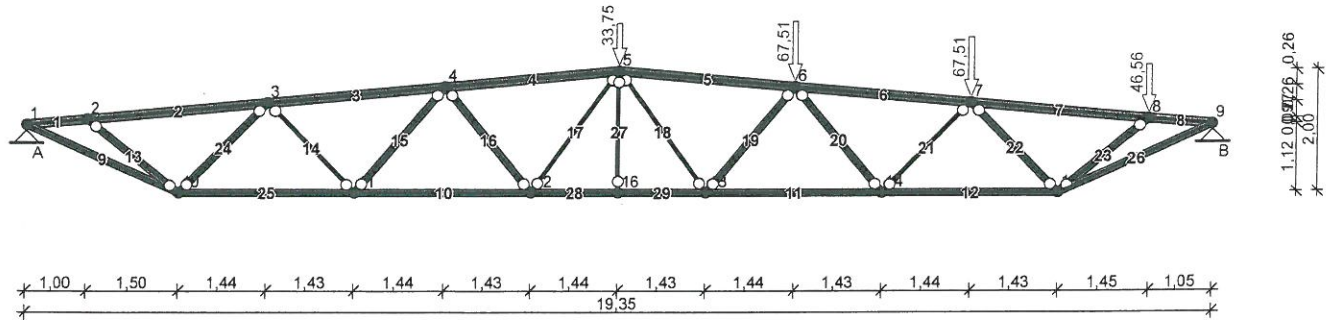
OBCIĄŻENIA: (wartości obliczeniowe)

Przypadek P1: Przypadek 1 ($\gamma_f = 1,16$)



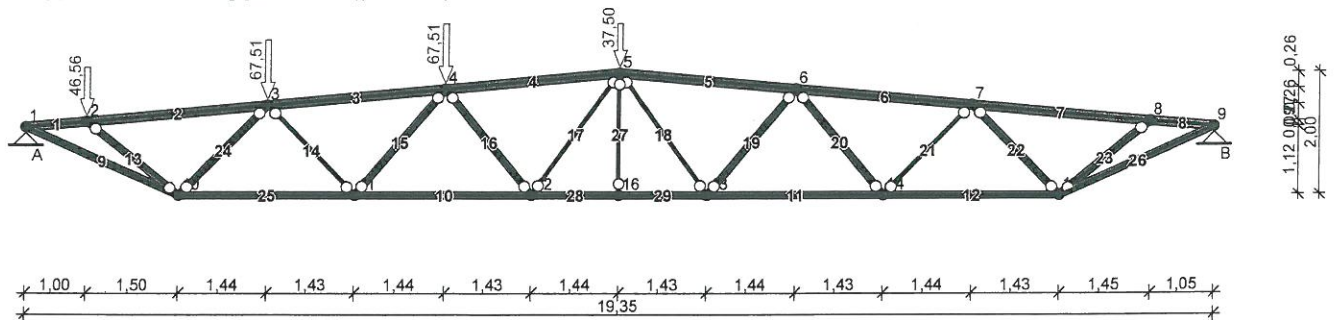
L.p.	element	opis
1	konstrukcja	ciężar własny
2	węzły 2, 8	siła skupiona $F = 14,46$ kN; kąt nachylenia 0,0st.
3	węzły 3-7	siła skupiona $F = 20,96$ kN; kąt nachylenia 0,0st.

Przypadek P2: Przypadek 2 ($\gamma_f = 1,5$)



L.p.	element	opis
1	węzeł 8	siła skupiona $F = 46,56$ kN; kąt nachylenia 0,0st.
2	węzły 6, 7	siła skupiona $F = 67,51$ kN; kąt nachylenia 0,0st.
3	węzeł 5	siła skupiona $F = 33,75$ kN; kąt nachylenia 0,0st.

Przypadek P3: Przypadek 3 ($\gamma_f = 1,5$)

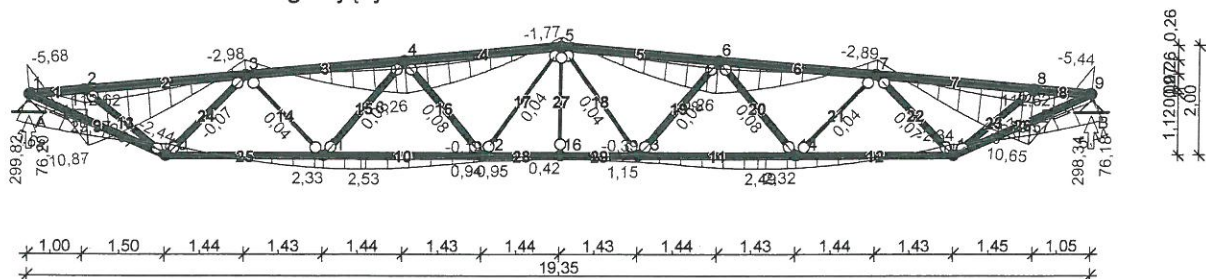


L.p.	element	opis
1	konstrukcja	ciężar własny
2	węzeł 5	siła skupiona $F = 37,50$ kN; kąt nachylenia 0,0st.
3	węzły 3, 4	siła skupiona $F = 67,51$ kN; kąt nachylenia 0,0st.
4	węzeł 2	siła skupiona $F = 46,56$ kN; kąt nachylenia 0,0st.

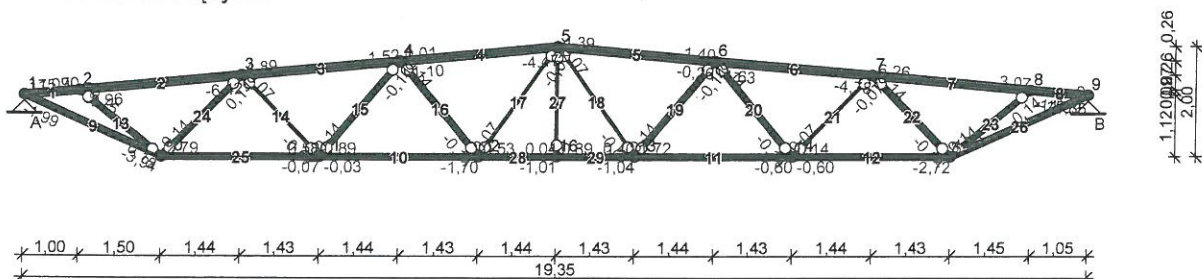
WYNIKI:

Obwiednia sił wewnętrznych

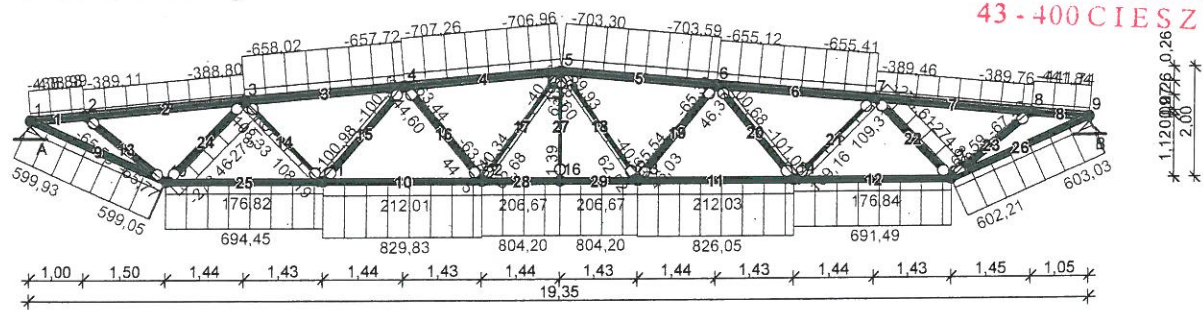
Obwiednia momentów zginających:



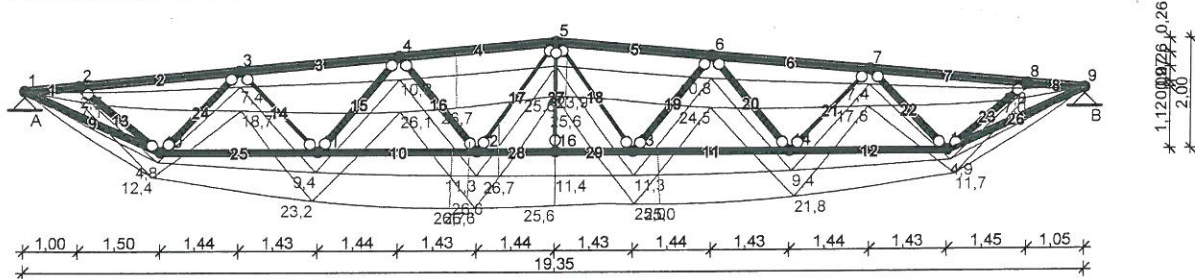
Obwiednia sił tnących:



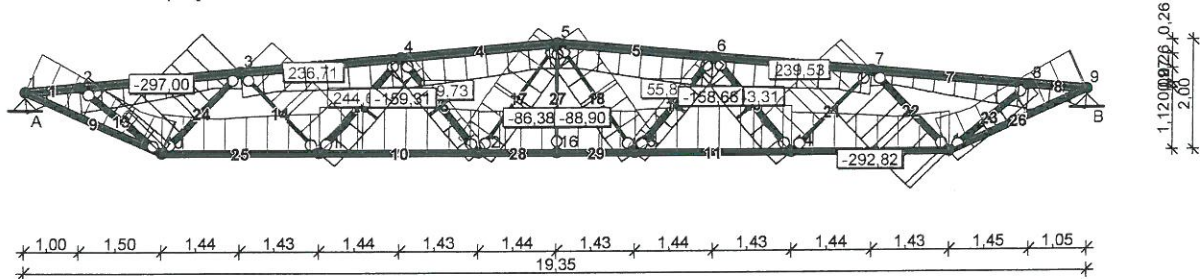
Obwiednia sił osiowych:



Obwiednia przemieszczeń:



Obwiednia naprężeń:



Ekstremalne reakcje podporowe:

węzeł (podpora)	R_y [kN]	R_x [kN]	M [kNm]	kombinacja SGN
1 (A)	299,82	-112,62	--	K5: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P2
	76,20	-29,57	--	K1: 1,0·P1
9 (B)	298,34	112,24	--	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
	76,18	29,57	--	K1: 1,0·P1
	289,56	112,62	--	K5: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P2

Ekstremalne siły wewnętrzne:

pręt	x [m]	M [kNm]	N [kN]	T [kN]	kombinacja SGN
1	1,00	10,87	-438,88	15,90	K5: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P2
	0,00	-5,68	-438,99	17,07	K5: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P2
2	0,00	10,87	-389,11	-2,96	K5: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P2
	2,95	-2,98	-388,80	-6,42	K5: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P2
3	2,88	6,26	-657,72	1,52	K5: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P2
	0,00	-2,98	-658,02	4,89	K5: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P2
4	0,00	6,26	-707,26	-1,10	K5: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P2
	2,88	-1,77	-706,96	-4,47	K5: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P2
	0,00	1,45	-180,71	0,01	K1: 1,0·P1
	2,88	6,26	-703,59	1,18	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
5	0,00	-1,77	-700,92	4,39	K5: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P2
	2,88	2,67	-443,50	-0,26	K3: 1,0·P1+1,0·P3
	2,88	6,26	-655,12	-1,56	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
6	0,00	6,26	-655,12	-1,56	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
	2,88	-2,89	-643,35	-4,78	K5: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P2
	2,88	-2,84	-655,41	-4,75	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
7	2,89	10,65	-389,76	3,07	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
	0,00	-2,89	-377,71	6,20	K5: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P2
	0,00	-2,84	-389,46	6,26	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
8	0,00	10,65	-441,74	-14,69	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
	1,05	-5,44	-441,84	-15,85	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
9	0,00	5,68	599,93	-1,99	K5: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P2
	2,74	-2,44	599,05	-3,94	K5: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P2

10	0,69 2,87 0,00 2,87 0,00	2,53 -0,19 2,33 0,68 1,61	829,83 448,35 829,83 829,83 617,11	0,01 -1,01 0,55 -1,70 0,89	K5: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P2 K2: 1,0·P1+1,0·P2 K5: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P2 K5: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P2 K3: 1,0·P1+1,0·P3
11	2,18 0,00 0,00 2,87 0,00	2,49 -0,39 0,71 1,10 0,55	826,05 487,31 826,05 487,31 816,95	0,01 1,64 1,62 -0,60 1,72	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3 K3: 1,0·P1+1,0·P3 K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3 K3: 1,0·P1+1,0·P3 K5: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P2
12	0,00 2,87 0,00	2,32 -2,34 1,10	691,49 676,74 370,07	-0,55 -2,72 0,14	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3 K5: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P2 K3: 1,0·P1+1,0·P3
13	0,96 0,00 1,93	-0,07 0,00 0,00	-65,65 -65,77 -65,53	0,00 0,15 -0,15	K3: 1,0·P1+1,0·P3 K3: 1,0·P1+1,0·P3 K3: 1,0·P1+1,0·P3
14	1,03 0,00 2,06 0,00	0,04 0,00 0,00 0,00	53,70 108,33 53,63 53,77	0,00 0,07 -0,07 0,07	K3: 1,0·P1+1,0·P3 K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3 K3: 1,0·P1+1,0·P3 K3: 1,0·P1+1,0·P3
15	1,13 0,00 2,26 0,00	0,08 0,00 0,00 0,00	-48,65 -100,98 -97,56 -48,82	0,00 0,13 -0,14 0,14	K3: 1,0·P1+1,0·P3 K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3 K5: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P2 K3: 1,0·P1+1,0·P3
16	1,13 2,25 0,00 2,25 0,00	0,08 0,00 0,00 0,00 0,00	-63,61 -63,78 44,60 -20,22 -63,44	0,00 -0,14 0,06 -0,14 0,14	K3: 1,0·P1+1,0·P3 K3: 1,0·P1+1,0·P3 K2: 1,0·P1+1,0·P2 K5: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P2 K3: 1,0·P1+1,0·P3
17	1,23 0,00 2,46 0,00	0,04 0,00 0,00 0,00	62,78 -40,34 62,88 62,68	0,00 0,03 -0,07 0,07	K3: 1,0·P1+1,0·P3 K2: 1,0·P1+1,0·P2 K3: 1,0·P1+1,0·P3 K3: 1,0·P1+1,0·P3
18	1,23 2,46 0,00 2,46 0,00	0,04 0,00 0,00 0,00 0,00	-40,03 -40,13 62,60 11,73 -39,93	0,00 -0,07 0,03 -0,07 0,07	K3: 1,0·P1+1,0·P3 K3: 1,0·P1+1,0·P3 K2: 1,0·P1+1,0·P2 K5: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P2 K3: 1,0·P1+1,0·P3
19	1,13 0,00 2,26 0,00	0,08 0,00 0,00 0,00	-9,21 -65,54 46,37 -9,38	0,00 0,06 -0,14 0,14	K5: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P2 K2: 1,0·P1+1,0·P2 K3: 1,0·P1+1,0·P3 K5: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P2
20	1,13 2,25 2,25 0,00	0,08 0,00 0,00 0,00	-83,80 -101,03 -83,97 -83,63	0,00 -0,14 -0,14 0,14	K3: 1,0·P1+1,0·P3 K5: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P2 K3: 1,0·P1+1,0·P3 K3: 1,0·P1+1,0·P3
21	1,03 2,06 0,00	0,04 0,00 0,00	91,81 109,31 91,74	0,00 -0,07 0,07	K3: 1,0·P1+1,0·P3 K5: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P2 K3: 1,0·P1+1,0·P3
22	1,03 2,06 2,06 0,00	0,07 0,00 0,00 0,00	-269,81 -274,88 -151,89 -151,60	0,00 -0,13 -0,14 0,14	K5: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P2 K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3 K3: 1,0·P1+1,0·P3 K3: 1,0·P1+1,0·P3
23	0,94 0,00 1,89 0,00	0,07 0,00 0,00 0,00	-60,49 -67,59 -14,18 -60,61	0,00 0,06 -0,14 0,14	K5: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P2 K2: 1,0·P1+1,0·P2 K3: 1,0·P1+1,0·P3 K5: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P2
24	1,03 2,06 2,06 0,00	-0,07 0,00 0,00 0,00	-214,83 -278,46 -214,98 -278,16	0,00 -0,14 -0,14 0,14	K3: 1,0·P1+1,0·P3 K5: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P2 K3: 1,0·P1+1,0·P3 K5: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P2
25	2,87 0,00 2,87	2,33 -2,44 0,49	694,45 694,45 176,82	0,54 2,79 -0,07	K5: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P2 K5: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P2 K1: 1,0·P1
26	2,74 0,00 0,00	5,44 -2,34 -2,30	603,03 585,33 602,21	1,90 3,74 3,75	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3 K5: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P2 K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
27	0,00	0,00	1,59	0,00	K5: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P2
28	0,14 0,00 0,00 1,44	0,95 -0,19 0,68 0,30	540,04 500,17 804,20 540,04	0,00 0,53 0,38 -1,01	K3: 1,0·P1+1,0·P3 K2: 1,0·P1+1,0·P2 K5: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P2 K3: 1,0·P1+1,0·P3
29	1,43 1,43 0,00 0,00	1,15 -0,39 0,42 0,22	500,17 540,04 804,20 500,17	0,40 -1,04 0,65 0,89	K2: 1,0·P1+1,0·P2 K3: 1,0·P1+1,0·P3 K5: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P2 K2: 1,0·P1+1,0·P2

Ekstremalne przemieszczenia:

pręt	x [m]	v _x [mm]	v _y [mm]	kombinacja SGU
1	1,00	-0,2	-7,1	K3: 1,0·P1+1,0·P3
2	2,95	-0,8	-18,7	K3: 1,0·P1+1,0·P3
3	2,88	-1,7	-26,0	K3: 1,0·P1+1,0·P3
4	2,88	-2,6	-25,4	K3: 1,0·P1+1,0·P3
	0,98	-2,0	-26,6	K3: 1,0·P1+1,0·P3
5	0,00	2,5	-23,8	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	0,00	2,0	-25,5	K3: 1,0·P1+1,0·P3
6	0,00	1,7	-24,5	K2: 1,0·P1+1,0·P2
7	0,00	0,8	-17,6	K2: 1,0·P1+1,0·P2
8	0,00	0,2	-7,0	K2: 1,0·P1+1,0·P2
9	2,74	1,3	-12,3	K3: 1,0·P1+1,0·P3
10	0,00	-2,4	-23,0	K3: 1,0·P1+1,0·P3
	2,47	-1,0	-26,7	K3: 1,0·P1+1,0·P3
11	2,87	2,3	-21,7	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	0,40	0,9	-25,0	K2: 1,0·P1+1,0·P2
12	2,87	3,7	-11,1	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	0,00	2,3	-21,7	K2: 1,0·P1+1,0·P2
13	1,93	-4,8	5,3	K3: 1,0·P1+1,0·P3
	0,00	-4,3	11,6	K3: 1,0·P1+1,0·P3
14	2,06	14,9	-17,7	K3: 1,0·P1+1,0·P3
15	2,26	-19,7	-17,1	K3: 1,0·P1+1,0·P3
16	0,00	20,6	-16,1	K3: 1,0·P1+1,0·P3
	2,25	20,1	-17,5	K3: 1,0·P1+1,0·P3
17	0,00	-22,0	-14,9	K3: 1,0·P1+1,0·P3
	1,18	-21,5	-15,7	K3: 1,0·P1+1,0·P3
18	2,46	20,7	-13,9	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	0,69	20,4	-15,4	K3: 1,0·P1+1,0·P3
19	2,26	-19,3	-15,2	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	0,00	-18,8	-16,5	K2: 1,0·P1+1,0·P2
20	0,00	18,6	-16,0	K2: 1,0·P1+1,0·P2
21	0,00	-14,0	-16,8	K2: 1,0·P1+1,0·P2
22	0,00	12,1	-12,8	K2: 1,0·P1+1,0·P2
23	1,89	-4,8	-5,2	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	0,00	-4,3	-10,9	K2: 1,0·P1+1,0·P2
24	0,00	12,8	13,6	K3: 1,0·P1+1,0·P3
25	0,00	-3,9	-11,7	K3: 1,0·P1+1,0·P3
	2,87	-2,4	-23,0	K3: 1,0·P1+1,0·P3
26	0,00	-1,2	-11,7	K2: 1,0·P1+1,0·P2
27	2,00	25,6	0,0	K3: 1,0·P1+1,0·P3
	0,00	23,9	0,3	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	0,00	25,6	-0,3	K3: 1,0·P1+1,0·P3
28	0,00	-0,8	-26,6	K3: 1,0·P1+1,0·P3
29	1,43	0,7	-24,9	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	0,00	0,0	-25,6	K3: 1,0·P1+1,0·P3

Napężenia ekstremalne:

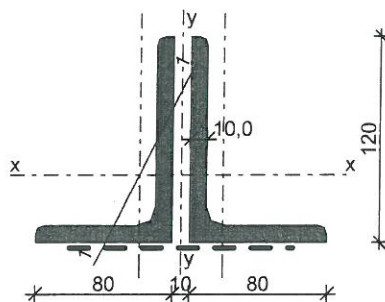
pręt	x [m]	σ _{max} [MPa]	σ _{min} [MPa]	kombinacja SGN
1	1,00 m	--	-139,16	K5: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P2
2	0,00 m	--	-130,49	K5: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P2
3	2,88 m	--	-150,68	K5: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P2
4	0,00 m	--	-159,31	K5: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P2
5	2,88 m	--	-158,66	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
6	0,00 m	--	-150,22	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
7	2,89 m	--	-129,35	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
8	0,00 m	--	-138,40	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
9	0,00 m	218,84	--	K5: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P2
10	0,69 m	244,69	--	K5: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P2
11	2,18 m	243,31	--	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
12	0,00 m	206,28	--	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
13	0,96 m	--	-75,28	K3: 1,0·P1+1,0·P3
14	1,03 m	236,71	--	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
15	1,13 m	--	-112,35	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
16	1,13 m	49,73	--	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	1,13 m	--	-73,94	K3: 1,0·P1+1,0·P3
17	1,23 m	145,07	--	K3: 1,0·P1+1,0·P3
	1,23 m	--	-86,38	K2: 1,0·P1+1,0·P2
18	1,23 m	136,50	--	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	1,23 m	--	-88,90	K3: 1,0·P1+1,0·P3
19	1,13 m	55,89	--	K3: 1,0·P1+1,0·P3

	1,13 m	--	-71,58	K2: 1,0·P1+1,0·P2
20	1,13 m	--	-112,74	K5: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P2
21	1,03 m	239,53	--	K5: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P2
22	1,03 m	--	-292,82	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
23	0,94 m	--	-74,72	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
24	1,03 m	--	-297,00	K5: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P2
25	0,00 m	208,34	--	K5: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P2
26	2,74 m	216,99	--	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
27	0,00 m	3,31	--	K5: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P2
28	0,49 m	218,96	--	K5: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P2
29	0,83 m	218,06	--	K5: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P2

Poz. 4.6. Sprawdzenie elementu – pręt Nr 10 i 11 oraz 28 i 29

2 kątowniki nierównoramienne L 120x80x10

$a_p = 10$ mm, połączone przewiązkami co 900 mm (wg PN-81/H-93402)



Wymiary profilu podstawowego L 120x80x10

$a = 120$ mm, $b = 80$ mm

$t = 10,0$ mm

$r = 11,0$ mm, $r_1 = 5,5$ mm

$e_x = 3,92$ cm, $e_y = 1,95$ cm

Cechy geometryczne przekroju

$A = 38,20$ cm²

$J_x = 552,0$ cm⁴, $J_y = 425,5$ cm⁴

$W_{xg} = 68,32$ cm³, $W_{xd} = 140,8$ cm³

$W_y = 50,06$ cm³

$i_x = 3,801$ cm, $i_y = 3,337$ cm, $i_1 = 1,720$ cm

$A_L = 0,781$ m²/m, $A_G = 26,04$ m²/t

$U/A = 204,5$ m⁻¹, $m = 30,00$ kg/m

Stal: St3, $f_d = 215$ MPa, $\lambda_p = 84,0$;

Nośność obliczeniowa przy rozciąganiu

$N_{Rt} = 821,3$ kN

Nośność obliczeniowa przy ściskaniu

• wyboczenie względem osi materiałowej

$N_{Rc,x} = 821,3$ kN (klasa: 3, $\psi_x = 1,000$)

$l_{ex} = 2,90$ m, $\lambda_x = 76,3$, $\bar{\lambda}_x = \lambda_x/\lambda_p = 0,908$ wg "c" $\rightarrow \varphi_x = 0,615$

$\varphi_x \cdot N_{Rc,x} = 504,7$ kN

• wyboczenie pojedynczej gałęzi między przewiązkami

$l_1 = 0,90$ m, $\lambda_v = l_1/i_1 = 52,3$, $\bar{\lambda}_v = \lambda_v/\lambda_p = 0,623$ wg "c" $\rightarrow \varphi_1 = 0,793$

• wyboczenie względem osi niematerialowej

$N_{Rc,y} = 651,2$ kN (klasa: 4, $\psi_y = \min(\varphi_1; \varphi_p) = \min(0,793; 1,000) = 0,793$)

$l_{ey} = 2,90$ m, $\lambda_y = 86,9$, $\lambda_{m,y} = 101,4$

$\lambda_{my} = (\lambda_{m,y}/\lambda_p) \cdot \text{pierw}(\psi_y) = 1,075$ wg "b" $\rightarrow \varphi_y = 0,601$

$\varphi_y \cdot N_{Rc,y} = 391,1$ kN

Nośność obliczeniowa przy zginaniu

$M_{Rx} = 14,69$ kNm (klasa: 3, $\psi_x = 1,000$)

$M_{Ry} = 10,76$ kNm (klasa: 3, $\psi_y = 1,000$)

• ustalenie współczynnika zwichrzenia

nie uwzględniono zwichrzenia elementu $\rightarrow \varphi_L = 1,000$

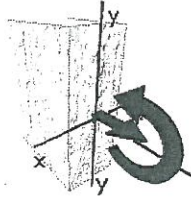
Nośność obliczeniowa przy ścinaniu

$V_{Ry} = 276,8 \text{ kN}$ (klasa: 1, $\varphi_{pvy} = 1,000$)

$V_{Rx} = 177,1 \text{ kN}$ (klasa: 1, $\varphi_{pvx} = 1,000$)

Obciążenie elementu

$N = -830 \text{ kN}$, $M_x = 2,530 \text{ kNm}$



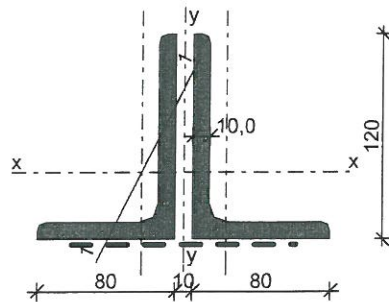
Warunki nośności elementu

(54) $N / N_{Rt} + M_x / (\varphi_L \cdot M_{Rx}) = 1,011 + 0,172 = 1,183 > 1$ (!!!)

Poz. 4.7. Wzmocnienie elementu – pręt Nr 10 i 11 oraz 28 i 29

2 kątowniki nierównoramienne L 120x80x10 + blacha 160 x 6 mm

$a_p = 10 \text{ mm}$, połączone przewiązkami co 900 mm (wg PN-81/H-93402)



Wymiary profilu podstawowego L 120x80x10

$a = 120 \text{ mm}$, $b = 80 \text{ mm}$

$t = 10,0 \text{ mm}$

$r = 11,0 \text{ mm}$, $r_1 = 5,5 \text{ mm}$

$e_x = 3,92 \text{ cm}$, $e_y = 1,95 \text{ cm}$

Cechy geometryczne przekroju

$A = 38,20 + 9,60 = 47,80 \text{ cm}^2$

$U/A = 204,5 \text{ m}^{-1}$, $m = 37,54 \text{ kg/m}$

Stal: St3, $f_d = 215 \text{ MPa}$, $\lambda_p = 84,0$;

Nośność obliczeniowa przy rozciąganiu

$N_{Rt} = 1027,7 \text{ kN}$

Nośność obliczeniowa przy ściskaniu

• wyboczenie względem osi materiałowej

$N_{Rc,x} = 1027,7 \text{ kN}$ (klasa: 3, $\psi_x = 1,000$)

$l_{ex} = 2,90 \text{ m}$, $\lambda_x = 76,3$, $\bar{\lambda}_x = \lambda_x / \lambda_p = 0,908$ wg "c" $\rightarrow \varphi_x = 0,615$

$\varphi_x \cdot N_{Rc,x} = 632,0 \text{ kN}$

• wyboczenie pojedynczej gałęzi między przewiązkami

$l_1 = 0,90 \text{ m}$, $\lambda_v = l_1 / i_1 = 52,3$, $\bar{\lambda}_v = \lambda_v / \lambda_p = 0,623$ wg "c" $\rightarrow \varphi_1 = 0,793$

• wyboczenie względem osi niematerialowej

$N_{Rc,y} = 651,2 \text{ kN}$ (klasa: 4, $\psi_y = \min(\varphi_1; \varphi_p) = \min(0,793; 1,000) = 0,793$)

$l_{ey} = 2,90 \text{ m}$, $\lambda_y = 86,9$, $\lambda_{m,y} = 101,4$

$\bar{\lambda}_{my} = (\lambda_{m,y} / \lambda_p) \cdot \text{pierw}(\psi_y) = 1,075$ wg "b" $\rightarrow \varphi_y = 0,601$

$\varphi_y \cdot N_{Rc,y} = 391,1 \text{ kN}$

Nośność obliczeniowa przy zginaniu

$M_{Rx} = 16,69 \text{ kNm}$ (klasa: 3, $\psi_x = 1,000$)

$M_{Ry} = 10,76 \text{ kNm}$ (klasa: 3, $\psi_y = 1,000$)

• ustalenie współczynnika zwichrzenia
nie uwzględniono zwichrzenia elementu $\rightarrow \varphi_L = 1,000$

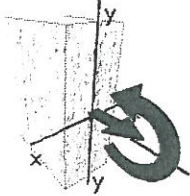
Nośność obliczeniowa przy ścinaniu

$V_{Ry} = 276,8 \text{ kN}$ (klasa: 1, $\varphi_{pvy} = 1,000$)

$V_{Rx} = 177,1 \text{ kN}$ (klasa: 1, $\varphi_{pvx} = 1,000$)

Obciążenie elementu

$N = -830 \text{ kN}$, $M_x = 2,530 \text{ kNm}$

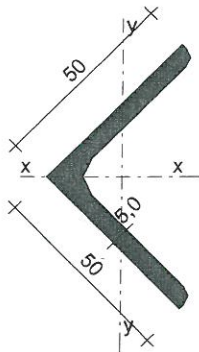


Warunki nośności elementu

(54) $N / N_{Rt} + M_x / (\varphi_L \cdot M_{Rx}) = 0,808 + 0,151 = 0,959 < 1$

Poz. 4.8. Sprawdzenie elementu – pręt Nr 14 i 21

Kątownik równoramienny L 50x50x5 (wg PN-84/H-93401)



Wymiary przekroju

$a = 50 \text{ mm}$, $t = 5,0 \text{ mm}$
 $r = 7,0 \text{ mm}$, $r_1 = 3,5 \text{ mm}$
 $e = 1,40 \text{ cm}$

Cechy geometryczne przekroju

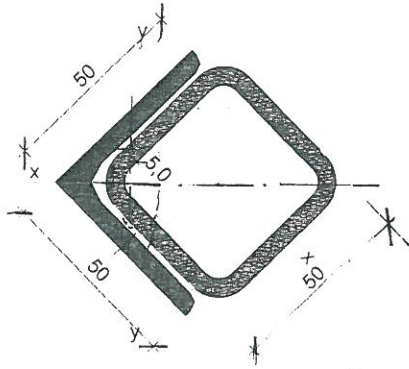
$A = 4,800 \text{ cm}^2$
 $J_x = 17,40 \text{ cm}^4$, $J_y = 4,540 \text{ cm}^4$
 $i_x = 1,900 \text{ cm}$, $i_y = 0,970 \text{ cm}$
 $W_x = 4,921 \text{ cm}^3$, $W_{yg} = 2,293 \text{ cm}^3$, $W_{yd} = 2,573 \text{ cm}^3$
 $A_L = 0,194 \text{ m}^2/\text{m}$, $A_G = 51,46 \text{ m}^2/\text{t}$
 $U/A = 404,1 \text{ m}^{-1}$, $m = 3,77 \text{ kg/m}$

Poz. 4.9. Wzmocnienie elementu – pręt Nr 14 i 21

Kątownik równoramienny L 50x50x5 (wg PN-84/H-93401) + Rura kwadratowa 50x50x5,0
(wg PN-EN 10219-2:2000)

Wymiary przekroju

$a = 50 \text{ mm}$, $t = 5,0 \text{ mm}$
 $r = 7,0 \text{ mm}$, $r_1 = 3,5 \text{ mm}$
 $e = 1,40 \text{ cm}$



Cechy geometryczne przekroju

$$\begin{aligned} A &= 4,800 \text{ cm}^2 \\ J_x &= 17,40 \text{ cm}^4, J_y = 4,540 \text{ cm}^4 \\ i_x &= 1,900 \text{ cm}, i_y = 0,970 \text{ cm} \\ W_x &= 4,921 \text{ cm}^3, W_{yg} = 2,293 \text{ cm}^3, W_{yd} = 2,573 \text{ cm}^3 \\ A_L &= 0,194 \text{ m}^2/\text{m}, A_G = 51,46 \text{ m}^2/\text{t} \end{aligned}$$

Wymiary przekroju

$$\begin{aligned} h &= 50 \text{ mm}, t = 5,0 \text{ mm} \\ r_i &= 5,0 \text{ mm}, r_o = 10,0 \text{ mm} \end{aligned}$$

Cechy geometryczne przekroju

$$\begin{aligned} A &= 8,360 \text{ cm}^2, A_v = 4,500 \text{ cm}^2 \\ J &= 27,00 \text{ cm}^4 \\ W &= 10,80 \text{ cm}^3 \\ i &= 1,800 \text{ cm} \\ J_T &= 47,46 \text{ cm}^4, W_T = 16,56 \text{ cm}^3 \\ A_L &= 0,183 \text{ m}^2/\text{m}, A_G = 27,87 \text{ m}^2/\text{m} \\ U/A &= 218,7 \text{ m}^{-1}, m = 6,560 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

Stal: St3, $f_d = 215 \text{ MPa}$, $\lambda_p = 84,0$;

Nośność obliczeniowa przy rozciąganiu

$$N_{Rt} = 282,9 \text{ kN}$$

Nośność obliczeniowa przy ściskaniu

$$N_{Rc} = 179,7 \text{ kN} \text{ (klasa: 1, } \psi = 1,000)$$

• wyboczenie giętne względem osi x-x

$$l_{ex} = 2,10 \text{ m}, \lambda_x = 116,7, N_{cr,x} = 123,9 \text{ kN}, \bar{\lambda}_x = 1,15 \cdot \sqrt{N_{Rc}/N_{cr,x}} = 1,389 \text{ wg "b"} \rightarrow \varphi_x = 0,430$$

$$\varphi_x \cdot N_{Rc} = 77,26 \text{ kN}$$

• wyboczenie giętne względem osi y-y

$$l_{ey} = 2,10 \text{ m}, \lambda_y = 116,7, N_{cr,y} = 123,9 \text{ kN}, \bar{\lambda}_y = 1,15 \cdot \sqrt{N_{Rc}/N_{cr,y}} = 1,389 \text{ wg "b"} \rightarrow \varphi_y = 0,430$$

$$\varphi_y \cdot N_{Rc} = 77,26 \text{ kN}$$

Nośność obliczeniowa przy zginaniu

$$M_R = 2,800 \text{ kNm} \text{ (klasa: 1, } \alpha_p = 1,206)$$

• ustalenie współczynnika zwichrzenia

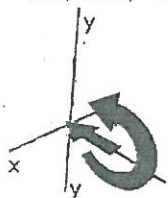
element o przekroju rurowym $\rightarrow \varphi_L = 1,000$

Nośność obliczeniowa przy ścinaniu

$$V_R = 56,12 \text{ kN} \text{ (klasa: 1, } \varphi_{pv} = 1,000)$$

Obciążenie elementu

$$N = 109,3 \text{ kN}, M_x = 0,040 \text{ kNm}$$



Warunki nośności elementu

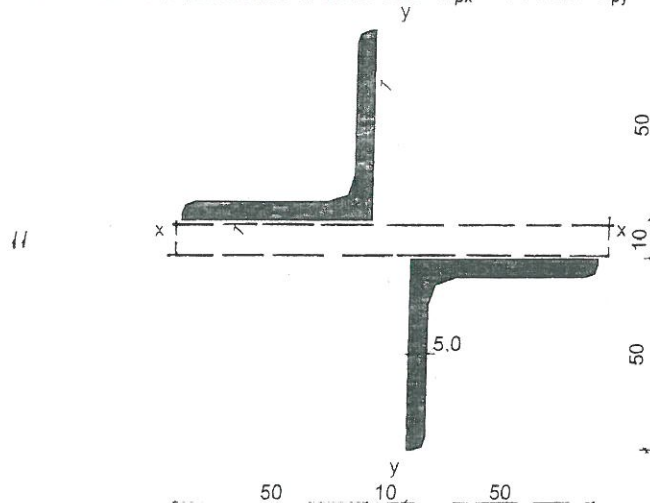
(57) $\Delta_x = 0,009$; założono $\beta_x = 1,0$

(58) $N / (\gamma_x \cdot N_{Rc}) + \beta_x \cdot M_x / M_{Rx} + \lambda_x = 0,845 + 0,014 + 0,009 = 0,868 < 1$

(59) $N / (\gamma_y \cdot N_{Rc}) = 0,868 < 1$

Poz. 4.10. Sprawdzenie elementu – pręt Nr 24 i 22

2 kątowniki równoramienne L 50x50x5 $a_{px} = 10 \text{ mm}$ $a_{py} = 10 \text{ mm}$ (wg PN-84/H-93401)



Wymiary profilu podstawowego L 50x50x5

$a = 50 \text{ mm}$, $t = 5,0 \text{ mm}$

$r = 7,0 \text{ mm}$, $r_1 = 3,5 \text{ mm}$

$e = 1,40 \text{ cm}$

Cechy geometryczne przekroju

$A = 9,600 \text{ cm}^2$

$J_x = 56,66 \text{ cm}^4$, $J_y = 56,66 \text{ cm}^4$

$i_x = 2,429 \text{ cm}$, $i_y = 2,429 \text{ cm}$, $i_1 = 0,970 \text{ cm}$

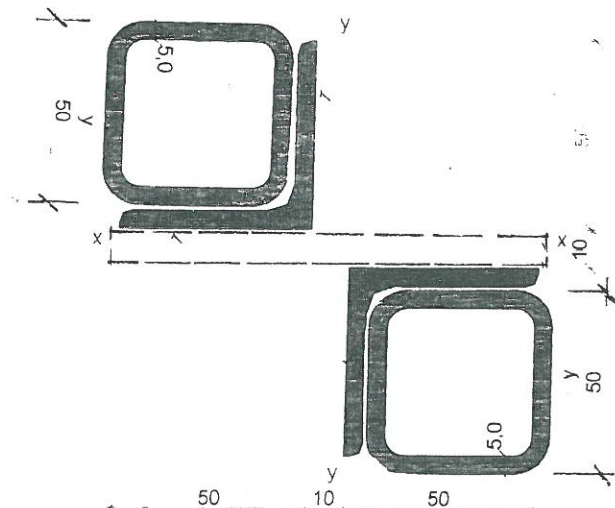
$A_L = 0,388 \text{ m}^2/\text{m}$, $A_G = 51,46 \text{ m}^2/\text{t}$

$U/A = 404,1 \text{ m}^{-1}$, $m = 7,54 \text{ kg/m}$

Poz. 4.11. Wzmocnienie elementu – pręt Nr 24 i 22

2 kątowniki równoramienne L 50x50x5 $a_{px} = 10 \text{ mm}$ $a_{py} = 10 \text{ mm}$ (wg PN-84/H-93401)

+ Rura kwadratowa 50x50x5,0 (wg PN-EN 10219-2:2000)



Wymiary profilu podstawowego 2 L 50x50x5

$a = 50 \text{ mm}$, $t = 5,0 \text{ mm}$
 $r = 7,0 \text{ mm}$, $r_1 = 3,5 \text{ mm}$
 $e = 1,40 \text{ cm}$

Cechy geometryczne przekroju

$A = 9,60 \text{ cm}^2$
 $J_x = 56,66 \times 2 = 112,44 \text{ cm}^4$, $J_y = 56,66 \times 2 = 112,44 \text{ cm}^4$
 $i_x = 2,429 \text{ cm}$, $i_y = 2,429 \text{ cm}$, $i_1 = 0,970 \text{ cm}$
 $A_L = 0,388 \text{ m}^2/\text{m}$, $A_G = 51,46 \text{ m}^2/\text{t}$
 $U/A = 404,1 \text{ m}^{-1}$, $m = 7,54 \times 2 = 15,08 \text{ kg/m}$

2 rury kwadratowe 50x50x5,0 (wg PN-EN 10219-2:2000)

Wymiary profilu podstawowego 50x50x5,0

$h = 50 \text{ mm}$, $t = 5,0 \text{ mm}$
 $r_1 = 5,0 \text{ mm}$, $r_o = 10,0 \text{ mm}$

Cechy geometryczne przekroju

$A = 16,72 \text{ cm}^2$
 $J_x = 54,00 \text{ cm}^4$, $J_y = 158,5 \text{ cm}^4$
 $W_x = 21,60 \text{ cm}^3$, $W_y = 31,70 \text{ cm}^3$
 $i_x = 1,797 \text{ cm}$, $i_y = 3,079 \text{ cm}$
 $A_L = 0,366 \text{ m}^2/\text{m}$, $A_G = 27,87 \text{ m}^2/\text{t}$
 $U/A = 218,7 \text{ m}^{-1}$, $m = 13,12 \text{ kg/m}$

Stal: St3, $f_d = 215 \text{ MPa}$, $\lambda_p = 84,0$;

Nośność obliczeniowa przy rozciąganiu

$N_{Rt} = (16,72 + 9,60) \times 21,5 = 565,9 \text{ kN}$

Nośność obliczeniowa przy ściskaniu

$N_{Rc} = 565,9 \text{ kN}$ (klasa: 1, $\psi = 1,000$)

• wyboczenie gięte względem osi x-x

$l_{ex} = 2,10 \text{ m}$, $\lambda_x = 116,7$, $N_{cr,x} = 123,9 \text{ kN}$, $\bar{\lambda}_x = 1,15 \cdot \text{pierw}(N_{Rc}/N_{cr,x}) = 1,389$ wg "b" $\rightarrow \varphi_x = 0,430$
 $\varphi_x \cdot N_{Rc} = 77,26 \text{ kN}$

• wyboczenie gięte względem osi y-y

$l_{ey} = 2,10 \text{ m}$, $\lambda_y = 116,7$, $N_{cr,y} = 123,9 \text{ kN}$, $\bar{\lambda}_y = 1,15 \cdot \text{pierw}(N_{Rc}/N_{cr,y}) = 1,389$ wg "b" $\rightarrow \varphi_y = 0,430$
 $\varphi_y \cdot N_{Rc} = 77,26 \text{ kN}$

Nośność obliczeniowa przy zginaniu

$M_R = 2,800 \text{ kNm}$ (klasa: 1, $\alpha_p = 1,206$)

• ustalenie współczynnika zwichrzenia

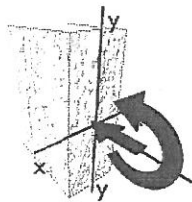
element o przekroju rurowym $\rightarrow \varphi_L = 1,000$

Nośność obliczeniowa przy ścinaniu

$V_R = 56,12 \text{ kN}$ (klasa: 1, $\varphi_{pv} = 1,000$)

Obciążenie elementu

$N = 297,0 \text{ kN}$, $M_x = 0,040 \text{ kNm}$

**Warunki nośności elementu**

(54) $N / N_{Rt} + M_x / (\varphi_L \cdot M_{Rx}) = 0,523 + 0,002 = 0,525 < 1$

Poz. 4.12. Strop nad parterem

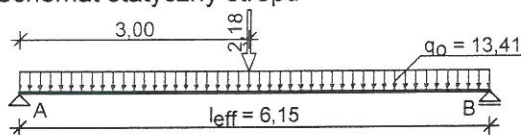
Zestawienie obciążeń rozłożonych [kN/m²]:

Lp.	Opis obciążenia	Obc.char.	γ_f	k_d	Obc.obl.
1.	Obciążenie zmienne (sale dworcowe, targowe, sportowe, taneczne, sceny teatralne i estradowe, sklepy, sale sprzedaży domów towarowych.) [5,0kN/m ²]	5,00	1,30	0,80	6,50
2.	Wykładzina gumowa o grubości 4 mm (na butaprenie) [0,080kN/m ²]	0,08	1,30	--	0,10
3.	Warstwa cementowa grub. 6 cm [21,0kN/m ³ ·0,06m]	1,26	1,30	--	1,64
4.	Strop Akermana 22 cm + nadbeton 8 cm	4,48	1,10	--	4,93
5.	sufit podwieszony	0,20	1,20	--	0,24
Σ :		11,02	1,22		13,41

Zestawienie obciążeń skupionych [kN/m]:

Lp.	Opis obciążenia	F_k	x [m]	γ_f	k_d	F_d
1.	ściana (0,04+0,24)*7,0*3,0*0,31	1,82	3,00	1,20	--	2,18

Schemat statyczny stropu



Rozpiętość obliczeniowa stropu $l_{eff} = 6,15$ m

Wyniki obliczeń statycznych:

Dla 1 mb stropu:

Moment przęsłowy obliczeniowy $M_{Sd} = 66,72$ kNm/m
Moment przęsłowy charakterystyczny $M_{Sk} = 54,87$ kNm/m
Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały $M_{Sk,lt} = 50,14$ kNm/m
Reakcja obliczeniowa lewa $R_A = 42,35$ kN/m
Reakcja obliczeniowa prawa $R_B = 42,30$ kN/m

Dla 1 żebra:

Moment przęsłowy obliczeniowy $M_{Sd} = 20,68$ kNm
Moment przęsłowy charakterystyczny $M_{Sk} = 17,01$ kNm
Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały $M_{Sk,lt} = 15,54$ kNm
Reakcja obliczeniowa lewa $R_A = 13,13$ kN
Reakcja obliczeniowa prawa $R_B = 13,11$ kN

Dane materiałowe :

Strop Akermana: pustaki 22 cm, nadbeton grubości 8,0 cm

Klasa betonu **B25** (C20/25) $\rightarrow f_{cd} = 13,33$ MPa, $f_{ctd} = 1,00$ MPa, $E_{cm} = 30,0$ GPa

Ciężar objętościowy betonu $\rho = 25$ kN/m³

Wilgotność środowiska $RH = 50\%$

Wiek betonu w chwili obciążenia 28 dni

Współczynnik pełzania (obliczono) $\phi = 2,78$

Stal zbrojeniowa główna A-IIIN (**RB500**) $\rightarrow f_{yk} = 500$ MPa, $f_{yd} = 420$ MPa, $f_{tk} = 550$ MPa

Stal zbrojeniowa strzemion A-0 (**St0S-b**) $\rightarrow f_{yk} = 220$ MPa, $f_{yd} = 190$ MPa, $f_{tk} = 260$ MPa

Otulinie zbrojenia $c_{nom} = 25$ mm

Założenia obliczeniowe :

Sytuacja obliczeniowa: trwała

Graniczna szerokość rys $w_{lim} = 0,3$ mm

Graniczne ugięcie $a_{lim} = 30$ mm - jak dla stropów (tablica 8)

Wymiarowanie wg PN-B-03264:2002 :

Przęsło:

Zginanie: (metoda uproszczona)

Zbrojenie potrzebne $A_s = 2,17$ cm². Przyjęto **1 ϕ 22 co 31 cm** o $A_s = 3,80$ cm² ($\rho = 1,06\%$)

Warunek nośności na zginanie: $M_{sd} = 20,68 \text{ kNm} < M_{Rd} = 34,91 \text{ kNm}$ (59,2%)

Ścinanie:

Zbrojenie konstrukcyjne strzemionami $\phi 6$ co max. 170 mm na całej długości stropu

Warunek nośności na ścinanie: $V_{sd} = 13,13 \text{ kN} < V_{Rd1} = 16,52 \text{ kN}$ (79,5%)

SGU:

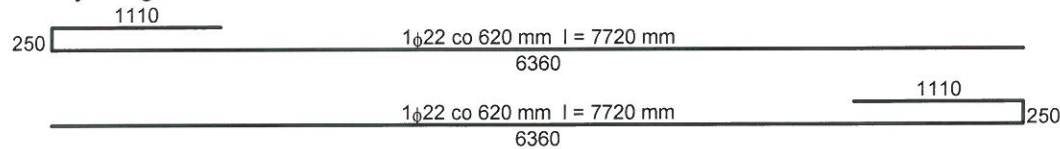
Szerokość rys prostopadłych: $w_k = 0,160 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$ (53,5%)

Maksymalne ugięcie od $M_{Sk,lt}$: $a(M_{Sk,lt}) = 26,77 \text{ mm} < a_{lim} = 30,00 \text{ mm}$ (89,2%)

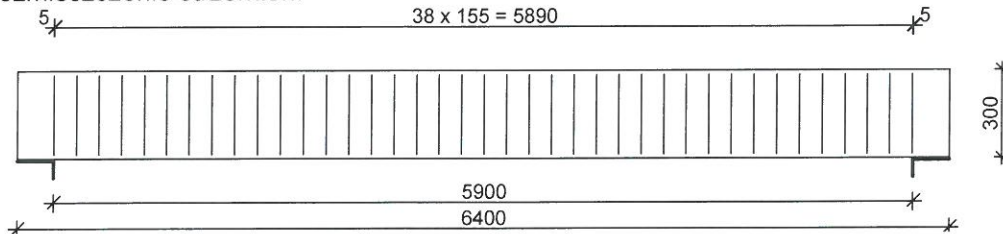
Uwaga: Konieczne zebro rozdzielcze w środku rozpiętości o zbrojeniu $2\phi 16$

Szkic zbrojenia:

- zbrojenie główne:

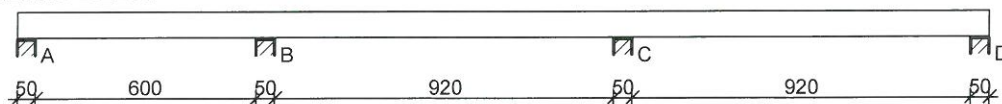


- rozmieszczenie strzemion:



Poz. 4.13. Podciąg stropu nad parterem

SZKIC BELKI



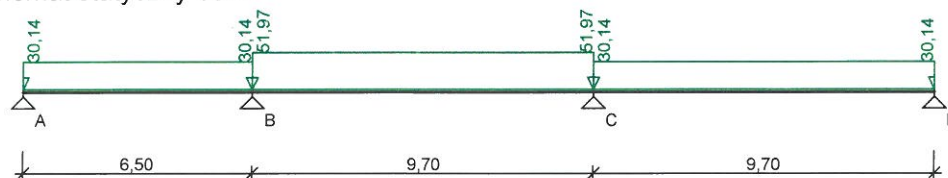
OBCIĄŻENIA NA BELCE

Przypadek: **P1: Przypadek 1**

Zestawienie obciążeń rozłożonych [kN/m]:

Lp.	Opis obciążenia	Obc.char.	γ_f	k_d	Obc.obl.	Zasięg [m]
1.	ze stropu Akermana	35,29	1,20	--	42,35	przęsło B-C
2.	Ciężar własny belki [0,50m · 0,70m · 25,0kN/m ³]	8,75	1,10	--	9,63	cała belka
3.	stałe ze stropu Akermana	17,10	1,20	--	20,52	przęsło A-B
4.	stałe ze stropu Akermana	17,10	1,20	--	20,52	przęsło C-D
Σ :		78,24	1,19		93,01	

Schemat statyczny belki



Przypadek: **P2: Przypadek 2**

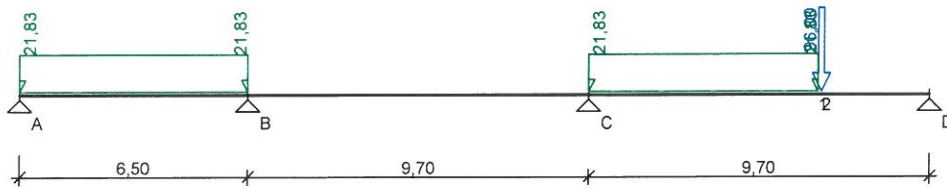
Zestawienie obciążeń rozłożonych [kN/m]:

Lp.	Opis obciążenia	Obc.char.	γ_f	k_d	Obc.obl.	Zasięg [m]
1.	ze stropu akermana zmienne	18,19	1,20	--	21,83	przęsło A-B
2.	ze stropu Akermana zmienne	18,19	1,20	--	21,83	przęsło C-D
						od pocz. do

Zestawienie sił skupionych [kN]:

Lp.	Opis obciążenia	F_k	x [m]	γ_f	k_d	F_d
1.	ze stropu istniejącego	80,00	22,60	1,20	--	96,00

Schemat statyczny belki



DANE MATERIAŁOWE

Parametry betonu:

Klasa betonu: **B25** (C20/25) → $f_{cd} = 13,33$ MPa, $f_{ctd} = 1,00$ MPa, $E_{cm} = 30,0$ GPa

Ciężar objętościowy $\rho = 25,0$ kN/m³

Maksymalny rozmiar kruszywa $d_g = 8$ mm

Wilgotność środowiska $RH = 50\%$

Wiek betonu w chwili obciążenia 28 dni

Współczynnik pełzania (obliczono) $\phi = 2,79$

Zbrojenie główne:

Klasa stali **A-IIIIN (RB500)** → $f_{yk} = 500$ MPa, $f_{yd} = 420$ MPa, $f_{tk} = 550$ MPa

Średnica prętów górnych $\phi_g = 18$ mm

Średnica prętów dolnych $\phi_d = 18$ mm

Strzemiona:

Klasa stali **A-0 (St0S-b)** → $f_{yk} = 220$ MPa, $f_{yd} = 190$ MPa, $f_{tk} = 300$ MPa

Średnica strzemion $\phi_s = 8$ mm

Zbrojenie montażowe:

Klasa stali **A-IIIIN (RB500)**

Średnica prętów $\phi = 16$ mm

Otulenie:

Nominalna grubość otulenia $c_{nom} = 20$ mm

ZAŁOŻENIA

Sytuacja obliczeniowa: trwała

Cotanges kąta nachylenia ścisk. krzyżulców bet. $\cot \theta = 1,75$

Graniczna szerokość rys $w_{lim} = 0,3$ mm

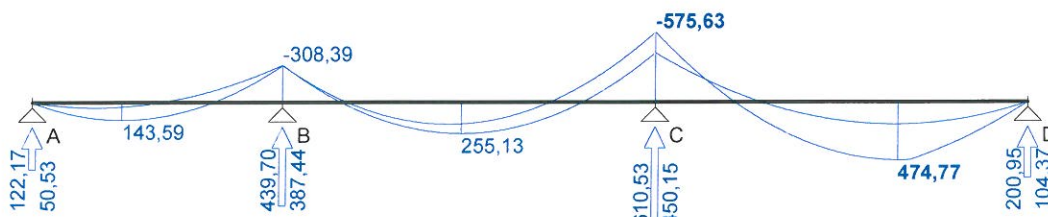
Graniczne ugięcie w przęsłach $a_{lim} = \text{jak dla belek i płyt (wg tablicy 8)}$

Graniczne ugięcie na wspornikach $a_{lim} = \text{jak dla wsporników (wg tablicy 8)}$

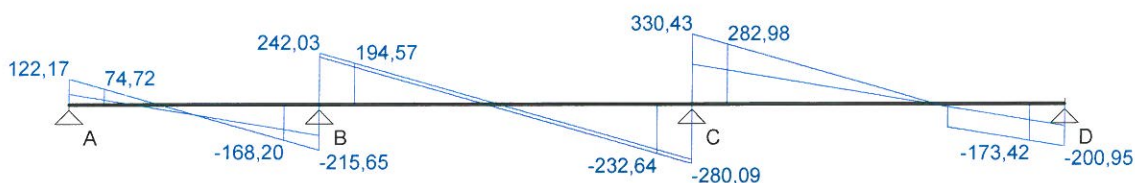
WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

Obwiednia sił wewnętrznych

Momenty zginające [kNm]:



Siły poprzeczne [kN]:

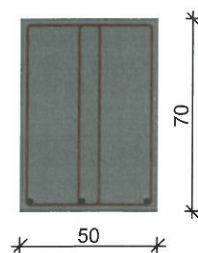


Ugięcia [mm]:



WYMIAROWANIE wg PN-B-03264:2002

Przęsło A - B:



Zginanie: (przekrój **a-a**)

Moment przęsłowy obliczeniowy $M_{Sd} = 143,59 \text{ kNm}$

Zbrojenie potrzebne $A_s = 5,29 \text{ cm}^2$. Przyjęto $3\phi 18$ o $A_s = 7,63 \text{ cm}^2$ ($\rho = 0,23\%$)

Warunek nośności na zginanie: $M_{Sd} = 143,59 \text{ kNm} < M_{Rd} = 204,87 \text{ kNm}$ (70,1%)

Ścinanie:

Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej $V_{Sd} = (-)168,20 \text{ kN}$

Zbrojenie strzemionami czterociętymi $\phi 8$ co 230 mm na odcinku 115,0 cm przy prawej podporze oraz co 400 mm na pozostałej części przęsła

Warunek nośności na ścinanie: $V_{Sd} = (-)168,20 \text{ kN} < V_{Rd3} = 173,44 \text{ kN}$ (97,0%)

SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny $M_{Sk} = 121,60 \text{ kNm}$

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały $M_{Sk,lt} = 121,60 \text{ kNm}$

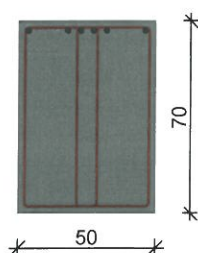
Szerokość rys prostopadłych: $w_k = 0,261 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$ (87,0%)

Maksymalne ugięcie od $M_{Sk,lt}$: $a(M_{Sk,lt}) = 6,89 \text{ mm} < a_{lim} = 30,00 \text{ mm}$ (23,0%)

Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej $V_{Sk} = 171,75 \text{ kN}$

Szerokość rys ukośnych: $w_k = 0,234 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$ (78,1%)

Podpora B:



Zginanie: (przekrój **b-b**)

Moment podporowy obliczeniowy $M_{Sd} = (-)308,39 \text{ kNm}$

Zbrojenie potrzebne górne $A_{s1} = 11,73 \text{ cm}^2$. Przyjęto $6\phi 18$ o $A_s = 15,27 \text{ cm}^2$ ($\rho = 0,46\%$)
(decyduje warunek dopuszczalnej szerokości rys prostopadłych)

Warunek nośności na zginanie: $M_{Sd} = (-)308,39 \text{ kNm} < M_{Rd} = 394,32 \text{ kNm}$ (78,2%)

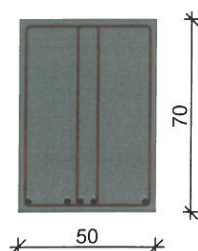
SGU:

Moment podporowy charakterystyczny $M_{Sk} = (-)261,44 \text{ kNm}$

Moment podporowy charakterystyczny długotrwały $M_{Sk,lt} = (-)261,44 \text{ kNm}$

Szerokość rys prostopadłych: $w_k = 0,247 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$ (82,3%)

Przęsło B - C:



Zginanie: (przekrój **c-c**)

Moment przęsłowy obliczeniowy $M_{Sd} = 255,13 \text{ kNm}$

Zbrojenie potrzebne $A_s = 9,60 \text{ cm}^2$. Przyjęto $5\phi 18$ o $A_s = 12,72 \text{ cm}^2$ ($\rho = 0,38\%$)

(decyduje warunek dopuszczalnej szerokości rys prostopadłych)

Warunek nośności na zginanie: $M_{Sd} = 255,13 \text{ kNm} < M_{Rd} = 332,88 \text{ kNm}$ (76,6%)

Ścinanie:

Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej $V_{Sd} = (-)232,64 \text{ kN}$

Zbrojenie strzemionami czterociętymi $\phi 8$ co **170 mm** na odcinku 153,0 cm przy lewej podporze i na odcinku 238,0 cm przy prawej podporze oraz co 400 mm na pozostałej części belki

Warunek nośności na ścinanie: $V_{Sd} = (-)232,64 \text{ kN} < V_{Rd3} = 234,65 \text{ kN}$ (99,1%)

SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny $M_{Sk} = 215,28 \text{ kNm}$

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały $M_{Sk,lt} = 215,28 \text{ kNm}$

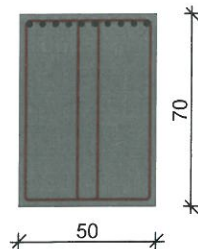
Szerokość rys prostopadłych: $w_k = 0,259 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$ (86,3%)

Maksymalne ugięcie od $M_{Sk,lt}$: $a(M_{Sk,lt}) = 22,46 \text{ mm} < a_{lim} = 9700/250 = 38,80 \text{ mm}$ (57,9%)

Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej $V_{Sk} = 226,24 \text{ kN}$

Szerokość rys ukośnych: $w_k = 0,222 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$ (74,0%)

Podpora C:



Zginanie: (przekrój d-d)

Moment podporowy obliczeniowy $M_{Sd} = (-)575,63 \text{ kNm}$

Zbrojenie potrzebne górne $A_{s1} = 23,24 \text{ cm}^2$. Przyjęto $10\phi 18$ o $A_s = 25,45 \text{ cm}^2$ ($\rho = 0,77\%$)

Warunek nośności na zginanie: $M_{Sd} = (-)575,63 \text{ kNm} < M_{Rd} = 622,92 \text{ kNm}$ (92,4%)

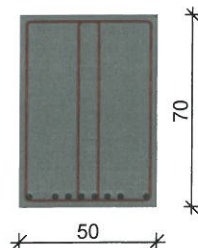
SGU:

Moment podporowy charakterystyczny $M_{Sk} = (-)487,16 \text{ kNm}$

Moment podporowy charakterystyczny długotrwały $M_{Sk,lt} = (-)487,16 \text{ kNm}$

Szerokość rys prostopadłych: $w_k = 0,235 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$ (78,4%)

Przęsło C - D:



Zginanie: (przekrój e-e)

Moment przęsłowy obliczeniowy $M_{Sd} = 474,77 \text{ kNm}$

Zbrojenie potrzebne $A_s = 18,71 \text{ cm}^2$. Przyjęto $8\phi 18$ o $A_s = 20,36 \text{ cm}^2$ ($\rho = 0,61\%$)

Warunek nośności na zginanie: $M_{Sd} = 474,77 \text{ kNm} < M_{Rd} = 512,05 \text{ kNm}$ (92,7%)

Ścinanie:

Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej $V_{Sd} = 282,98 \text{ kN}$

Zbrojenie strzemionami czterociętymi $\phi 8$ co **140 mm** na odcinku 294,0 cm przy lewej podporze i na odcinku 112,0 cm przy prawej podporze oraz co 400 mm na pozostałej części belki

Warunek nośności na ścinanie: $V_{Sd} = 282,98 \text{ kN} < V_{Rd3} = 284,94 \text{ kN}$ (99,3%)

SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny $M_{Sk} = 400,82 \text{ kNm}$

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały $M_{Sk,lt} = 400,82 \text{ kNm}$

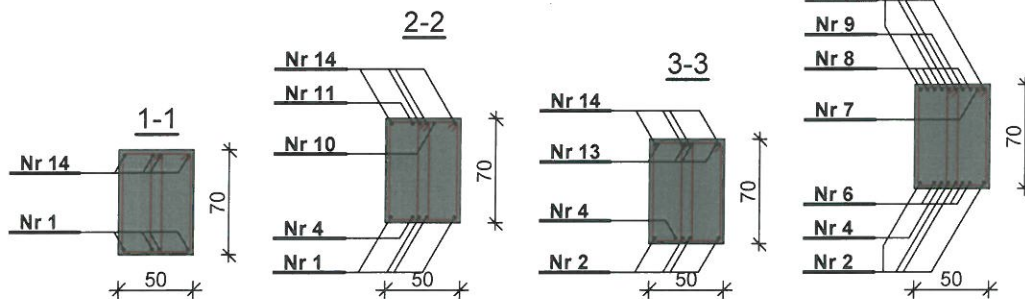
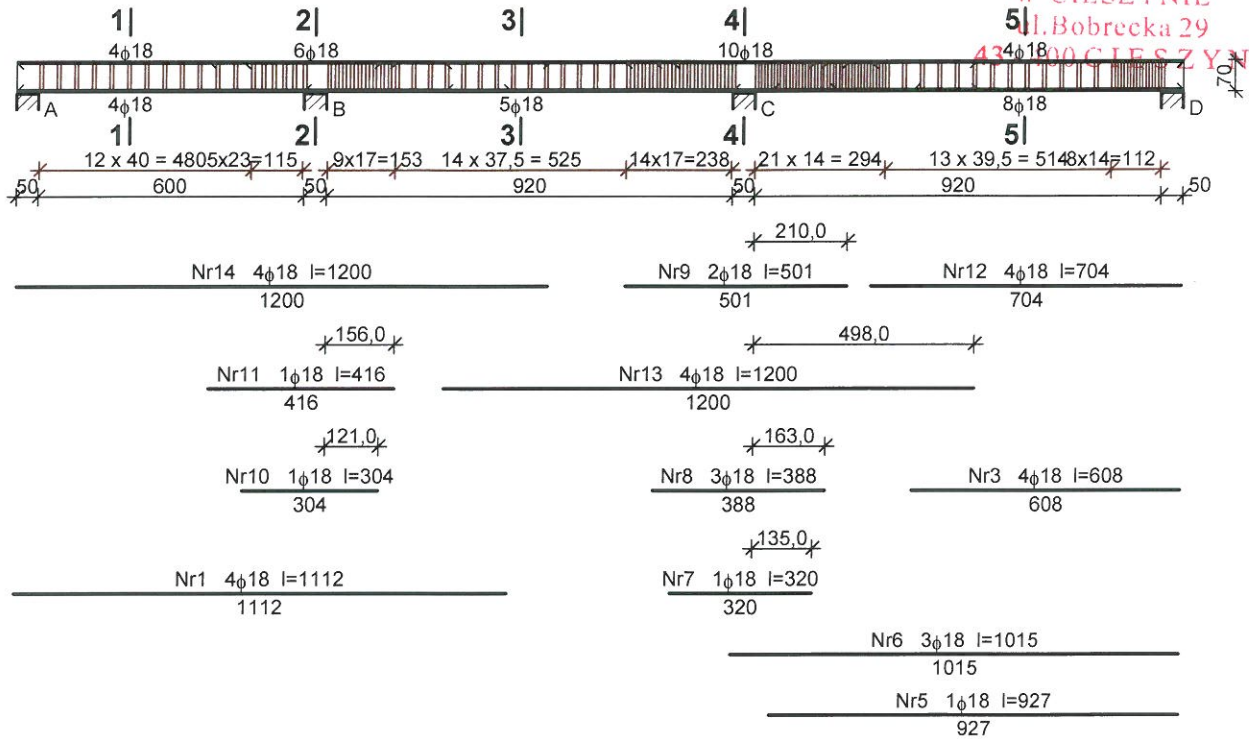
Szerokość rys prostopadłych: $w_k = 0,260 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$ (86,7%)

Maksymalne ugięcie od $M_{Sk,lt}$: $a(M_{Sk,lt}) = 33,67 \text{ mm} < a_{lim} = 9700/250 = 38,80 \text{ mm}$ (86,8%)

Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej $V_{Sk} = 268,65 \text{ kN}$

Szerokość rys ukośnych: $w_k = 0,213 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$ (71,0%)

SZKIC ZBROJENIA



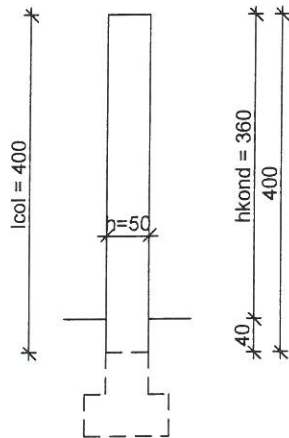
WYKAZ ZBROJENIA

Nr pręta	Średnica [mm]	Długość [cm]	Liczba [szt.]	Długość całkowita [m]	
				St0S-b	RB500
				φ8	φ18
dla pojedynczej belki					
1	18	1112	4		44,48
2	18	1200	4		48,00
3	18	608	4		24,32
4	18	1200	1		12,00
5	18	927	1		9,27
6	18	1015	3		30,45
7	18	320	1		3,20
8	18	388	3		11,64
9	18	501	2		10,02
10	18	304	1		3,04
11	18	416	1		4,16
12	18	704	4		28,16
13	18	1200	4		48,00
14	18	1200	4		48,00
15	8	195	198	386,10	
Długość całkowita wg średnic [m]				386,2	324,8
Masa 1mb pręta [kg/mb]				0,395	1,998
Masa prętów wg średnic [kg]				152,5	649,0
Masa prętów wg gatunków stali [kg]				152,5	649,0
Masa całkowita [kg]				802	

UWAGA: Długość pręta jest długością obliczoną na podstawie wymiarów w osi pręta (metoda B wg PN-EN ISO 3766:2006)

Poz. 4.14. Słupy skrajne pod podciągami

SZKIC SŁUPA



GEOMETRIA SŁUPA

Wymiary przekroju słupa:

Typ przekroju: prostokątny

Szerokość przekroju $b = 50,0 \text{ cm}$

Wysokość przekroju $h = 50,0 \text{ cm}$

Wymiary słupa:

Wysokość kondygnacji $h_{kond} = 3,60 \text{ m}$

Odległość od górnej powierzchni fundamentu do kondygnacji $0,40 \text{ m}$

Wezeł dolny:

- Fundament

→ przyjęto wysokość słupa $l_{col} = 4,00 \text{ m}$

Rodzaj słupa: monolityczny

Model wyboczeniowy słupa:

Numer kondygnacji od góry: 1

W płaszczyźnie obciążenia:

- konstrukcja **nieprzesuwna**

- współczynnik długości wyboczeniowej $\beta_x = 0,75$

Z płaszczyzny obciążenia:

- konstrukcja **nieprzesuwna**

- współczynnik długości wyboczeniowej $\beta_y = 0,70$

OBCIĄŻENIA SŁUPA

	typ wykresu	N_{Sd} [kN]	$N_{Sd,lt}$ [kN]	$M_{1Sd,x}$ [kNm]	$M_{3Sd,x}$ [kNm]	$M_{2Sd,x}$ [kNm]
1.	prostoliniowy	108,00	0,00	2,20	--	0,00

Dodatkowo uwzględniono ciężar własny słupa o wartości $N_o = 27,50 \text{ kN}$

DANE MATERIAŁOWE

Parametry betonu:

Klasa betonu: **B25** (C20/25) → $f_{cd} = 13,33 \text{ MPa}$, $f_{ctd} = 1,00 \text{ MPa}$, $E_{cm} = 30,0 \text{ GPa}$

Ciężar objętościowy $\rho = 25,0 \text{ kN/m}^3$

Maksymalny rozmiar kruszywa $d_g = 16 \text{ mm}$

Wilgotność środowiska $RH = 50\%$

Wiek betonu w chwili obciążenia: 28 dni

Współczynnik pełzania (obliczono) $\phi = 2,78$

Zbrojenie podłużne:

Klasa stali A-IIIN (**RB500**) → $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$, $f_{yd} = 420 \text{ MPa}$, $f_{tk} = 550 \text{ MPa}$

Zbrojenie wzdłuż boku "b"

Średnica prętów $\phi = 16 \text{ mm}$

Zbrojenie wzdłuż boku "h"

Średnica prętów $\phi = 12 \text{ mm}$

Strzemiona:

Klasa stali A-0 (**St0S-b**) → $f_{yk} = 220 \text{ MPa}$, $f_{yd} = 190 \text{ MPa}$, $f_{tk} = 300 \text{ MPa}$

Średnica strzemion $\phi_s = 8 \text{ mm}$

Zbrojenie montażowe:

Klasa stali A-IIIN (RB500)

Średnica prętów $\phi = 16 \text{ mm}$

Otulenie:

Klasa środowiska: XC1

Wartość dopuszczalnej odchyłki $\Delta c = 5 \text{ mm}$

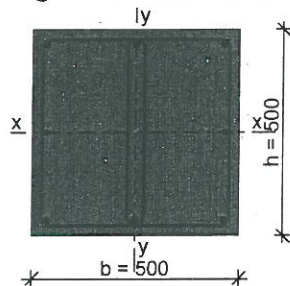
ZAŁOŻENIA

Sytuacja obliczeniowa: trwała

Graniczna szerokość rys $w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$

Konstrukcja poddana działaniu obciążeń wielokrotnie zmiennych

WYMIAROWANIE wg PN-B-03264:2002



Ściskanie ze zginaniem:

Przyjęto zbrojenie symetryczne wzdłuż boków "b":

Zbrojenie potrzebne po $2\phi 16$ o $A_s = 4,02 \text{ cm}^2$

Przyjęto zbrojenie symetryczne wzdłuż boków "h":

Zbrojenie potrzebne po $2\phi 16$ o $A_s = 4,02 \text{ cm}^2$

Łącznie przyjęto $4\phi 16$ o $A_s = 8,04 \text{ cm}^2$ ($\rho = 0,32\%$)

Warunek nośności:

- dla $N_{Sd} = 108,00 \text{ kN}$: $M_{Sd,x} = 4,00 \text{ kNm} < M_{Rd,x,odp,max} = 174,13 \text{ kNm}$

- dla $M_{Sd,x} = 2,26 \text{ kNm}$: $N_{Sd} = 135,50 \text{ kN} < N_{Rd,odp,max} = 3994,42 \text{ kN}$

Strzemiona konstrukcyjne:

Zbrojenie konstrukcyjne strzemionami podwójnymi

- poza odcinkami zakładu zbrojenia głównego $\phi 8$ co max. 240 mm

- na odcinkach zakładu zbrojenia głównego $\phi 8$ co max. 120 mm

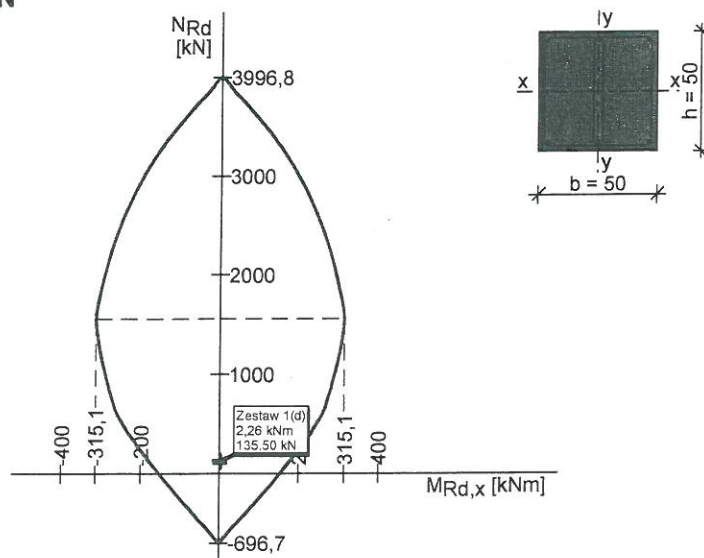
SGU:

Szerokość rys prostopadłych: zarysowanie nie występuje

Uwaga:

Dodatkowo należy przeanalizować wpływ ścinania oraz przemieszczenie słupa

WYKRES INTERAKCJI M-N



Wartości ekstremalne wykresu M-N:

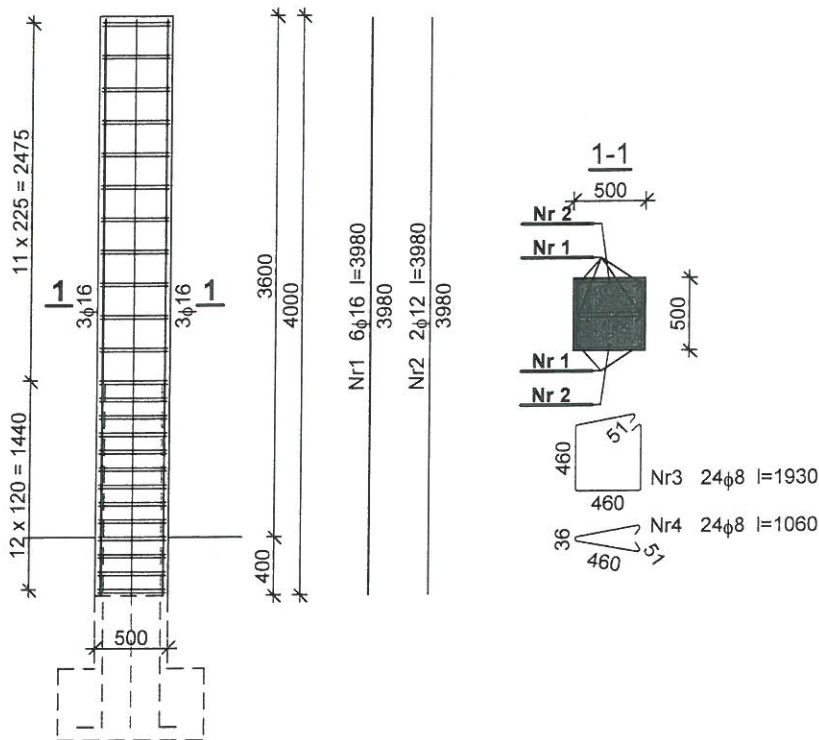
$M_{Rd,x,max} = 315,13 \text{ kNm}$; $N_{Rd,odp} = 1557,85 \text{ kN}$

$M_{Rd,x,min} = -315,13 \text{ kNm}$; $N_{Rd,odp} = 1557,85 \text{ kN}$

$M_{Rd,x,odp} = 0,00 \text{ kNm}$; $N_{Rd,max} = 3996,84 \text{ kN}$

$M_{Rd,x,odp} = 0,00 \text{ kNm}$; $N_{Rd,min} = -696,68 \text{ kN}$

SZKIC ZBROJENIA



WYKAZ ZBROJENIA

WYKRAJ ZŁOŻENIA						
Nr pręta	Średnica [mm]	Długość [mm]	Liczba [szt.]	Długość całkowita [m]		
				St0S-b	RB500	
				φ8	φ12	φ16
dla pojedynczego słupa						
1	16	3980	6			23,88
2	12	3980	2		7,96	
3	8	1930	24	46,32		
4	8	1060	24	25,44		
Długość całkowita wg średnic [m]				71,8	8,0	23,9
Masa 1mb pręta [kg/mb]				0,395	0,888	1,578
Masa prętów wg średnic [kg]				28,4	7,1	37,7
Masa prętów wg gatunków stali [kg]				28,4	44,8	
Masa całkowita [kg]				74		

UWAGA: Długość pręta jest długością obliczoną na podstawie wymiarów w osi pręta (metoda B wg PN-EN ISO 3766:2006)

Poz. 4.15. Stopy pod słupami skrajnymi

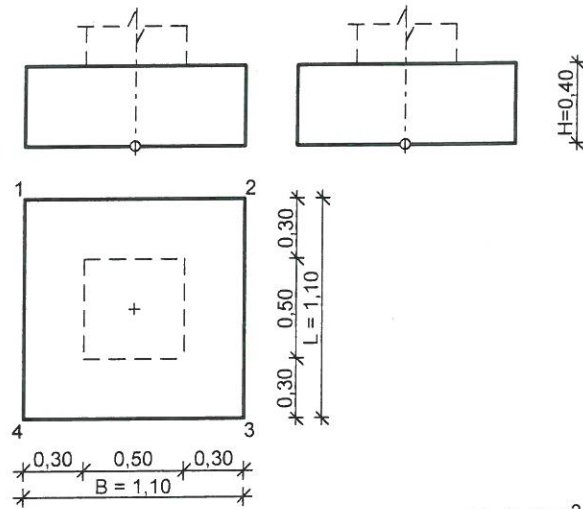
DANE:

Opis fundamentu :

Typ: stopa prostopadłościenna

Wymiary:

B = 1,10 m L = 1,10 m H = 0,40 m
B_s = 0,50 m L_s = 0,50 m e_B = 0,00 m e_L = 0,00 m

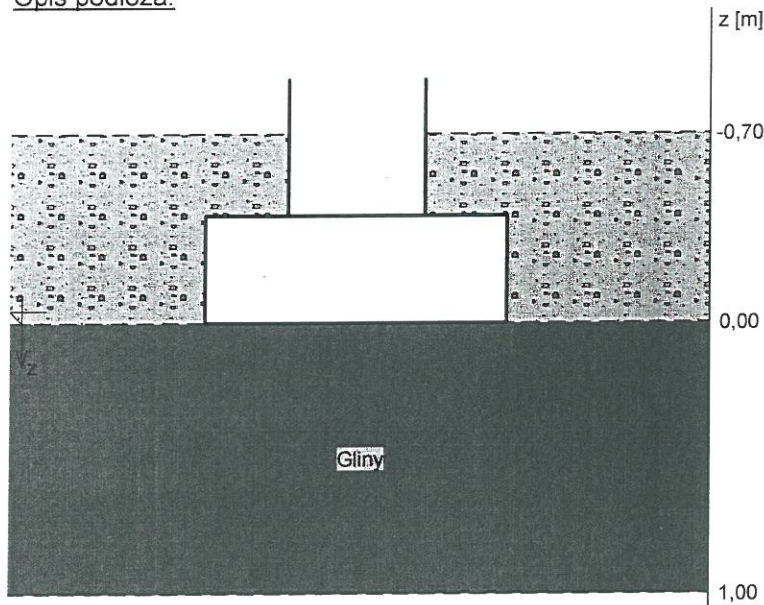


$$V = 0,48 \text{ m}^3$$

Posadowienie fundamentu:

$D = 0,70 \text{ m}$ $D_{\min} = 0,70 \text{ m}$
brak wody gruntowej w zasypce

Opis podłoża:



N r	nazwa gruntu	h [m]	nawodni ona	$\rho_o^{(n)}$ [t/m ³]	$\gamma_{f,\min}$	$\gamma_{f,\max}$	$\phi_u^{(i)}$ [°]	$c_u^{(i)}$ [kPa]	M_o [kPa]	M [kPa]
1	Gliny	1,00	nie	2,05	0,90	1,10	17,82	31,58	36039	40039

Napężenie dopuszczalne dla podłoża σ_{dop} [kPa] = 150,0 kPa

Kombinacje obciążeń obliczeniowych:

N r	typ obc.	N [kN]	T_B [kN]	M_B [kNm]	T_L [kN]	M_L [kNm]	e [kPa]	Δe [kPa/m]
1	długotrwale	132,00	0,00	2,60	0,00	0,00	0,00	0,00

Materiały:

Zasypka:

ciężar objętościowy: 20,00 kN/m³

współczynniki obciążenia: $\gamma_{f,\min} = 0,90$; $\gamma_{f,\max} = 1,20$

Beton:

klasa betonu: **B25** (C20/25) → $f_{cd} = 13,33 \text{ MPa}$, $f_{ctd} = 1,00 \text{ MPa}$, $E_{cm} = 30,0 \text{ GPa}$

ciężar objętościowy: 24,00 kN/m³

współczynniki obciążenia: $\gamma_{f,\min} = 0,90$; $\gamma_{f,\max} = 1,10$

Zbrojenie:

klasa stali: A-IIIN (**RB500**) → $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$, $f_{yd} = 420 \text{ MPa}$, $f_{tk} = 550 \text{ MPa}$

nominalna grubość otulenia $c_{nom} = 50 \text{ mm}$

Założenia obliczeniowe :

Współczynniki korekcyjne oporu granicznego podłoża:

- dla nośności pionowej $m = 0,81$
- dla stateczności fundamentu na przesunięcie $m = 0,72$
- dla stateczności na obrót $m = 0,72$

Współczynnik kształtu przy wpływie zagłębienia na nośność podłoża: $\beta = 1,50$

Współczynnik tarcia gruntu o podstawę fundamentu: $f = 0,50$

Współczynniki redukcji spójności:

- przy sprawdzaniu przesunięcia: $0,50$
- przy korekcie nachylenia wypadkowej obciążenia: $1,00$

Czas trwania robót: do 1 roku ($\lambda=0,00$)

Stosunek wartości obc. obliczeniowych N do wartości obc. charakterystycznych N_k $N/N_k = 1,20$

WYNIKI-PROJEKTOWANIE:

WARUNKI STANÓW GRANICZNYCH PODŁOŻA - wg PN-81/B-03020

Nośność pionowa podłoża:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Decyduje nośność w poziomie: **posadowienia fundamentu**

Obliczeniowy opór graniczny podłoża $Q_{fN} = 823,7$ kN

$N_r = 151,7$ kN $< m \cdot Q_{fN} = 667,2$ kN (22,7%)

Nośność (stateczność) podłoża z uwagi na przesunięcie poziome:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Decyduje nośność w poziomie: **posadowienia fundamentu**

Obliczeniowy opór graniczny podłoża $Q_{fT} = 66,0$ kN

$T_r = 0,0$ kN $< m \cdot Q_{fT} = 47,5$ kN (0,0%)

Obciążenie jednostkowe podłoża:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Napężenie maksymalne $\sigma_{max} = 137,1$ kPa

$\sigma_{max} = 137,1$ kPa $< \sigma_{dop} = 150,0$ kPa (91,4%)

Stateczność fundamentu na obrót:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Decyduje moment wywracający $M_{oB,2-3} = 2,60$ kNm, moment utrzymujący $M_{uB,2-3} = 81,20$ kNm

$M_o = 2,60$ kNm $< m \cdot M_u = 58,5$ kNm (4,4%)

Osiadanie:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Osiadanie pierwotne $s' = 0,20$ cm, wtórne $s'' = 0,00$ cm, całkowite $s = 0,20$ cm

$s = 0,20$ cm $< s_{dop} = 1,00$ cm (19,9%)

OBLICZENIA WYTRZYMAŁOŚCIOWE FUNDAMENTU - wg PN-B-03264: 2002

Nośność na przebicie:

dla fundamentu o zadanych wymiarach nie trzeba sprawdzać nośności na przebicie

Wymiarowanie zbrojenia:

Wzdłuż boku B:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Zbrojenie potrzebne $A_s = 0,83$ cm²

Przyjęto konstrukcyjnie **7 prętów $\phi 12$ mm** o $A_s = 7,92$ cm²

Wzdłuż boku L:

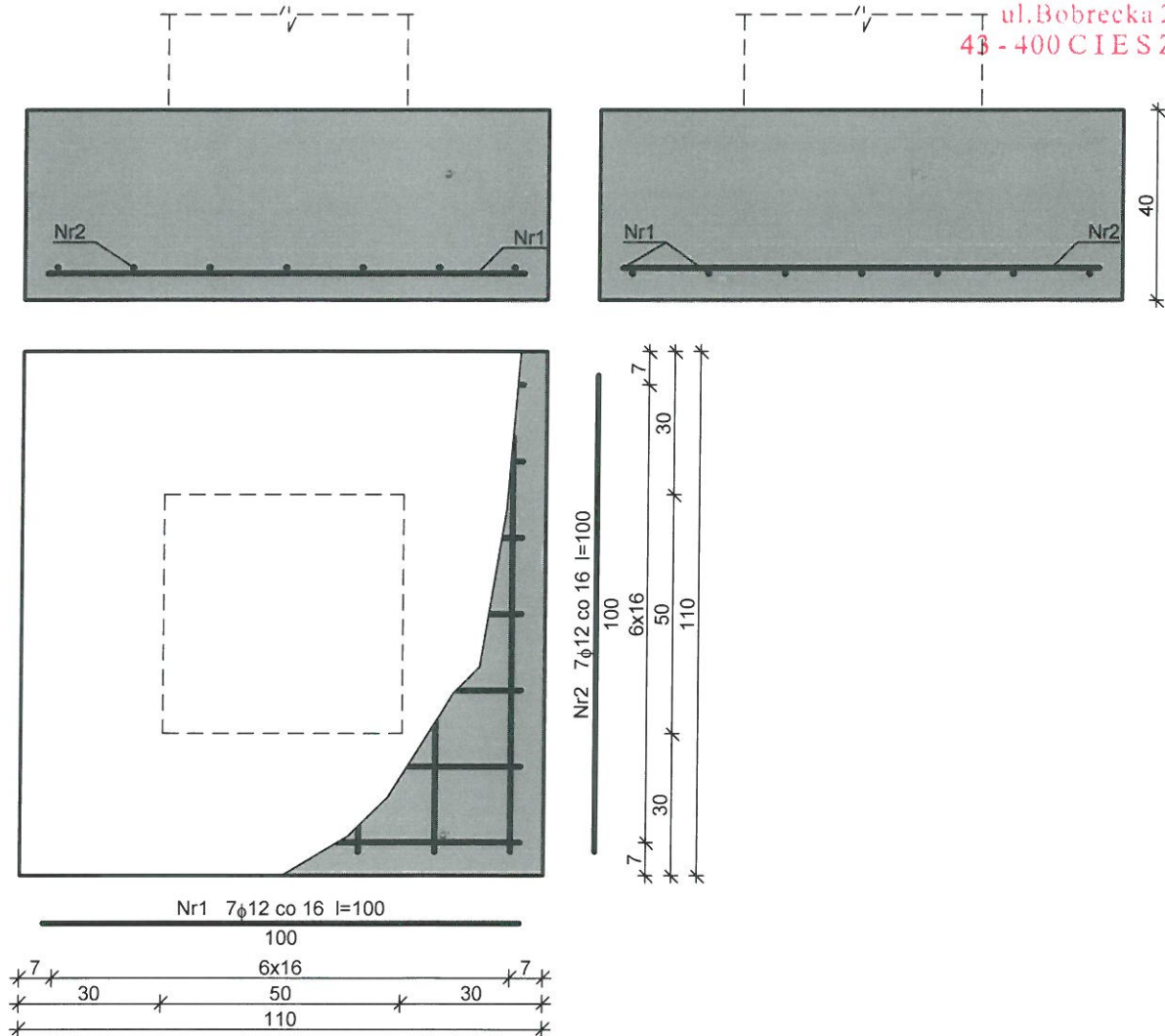
Decyduje: **kombinacja nr 1**

Zbrojenie potrzebne $A_s = 0,83$ cm²

Przyjęto konstrukcyjnie **7 prętów $\phi 12$ mm** o $A_s = 7,92$ cm²

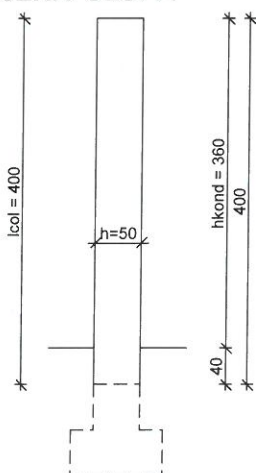
Wykaz zbrojenia dla 1 stopy

Nr	Średnica [mm]	Długość [cm]	Liczba	Długość ogólna [m]
				RB500 $\phi 12$
1	12	100	7	7,00
2	12	100	7	7,00
Długość ogólna wg średnic [m]				14,0
Masa 1mb pręta [kg/mb]				0,888
Masa prętów wg średnic [kg]				12,4
Masa prętów wg gatunków stali [kg]				12,4
Masa całkowita [kg]				13



Poz. 4.16. Słupy środkowe B i C pod podciągami

SZKIC SŁUPA



GEOMETRIA SŁUPA

Wymiary przekroju słupa:

Typ przekroju: prostokątny

Szerokość przekroju $b = 50,0 \text{ cm}$

Wysokość przekroju $h = 50,0 \text{ cm}$

Wymiary słupa:

Wysokość kondygnacji $h_{\text{kond}} = 3,60 \text{ m}$

Odległość od górnej powierzchni fundamentu do kondygnacji 0,40 m

Wezeł dolny:

- Fundament

→ przyjęto wysokość słupa $l_{col} = 4,00$ m

Rodzaj słupa: monolityczny

Model wyboczeniowy słupa:

Numer kondygnacji od góry: 1

W płaszczyźnie obciążenia:

- konstrukcja **nieprzesuwna**

- współczynnik długości wyboczeniowej $\beta_x = 0,75$

Z płaszczyzny obciążenia:

- konstrukcja **nieprzesuwna**

- współczynnik długości wyboczeniowej $\beta_y = 0,70$

OBCIĄŻENIA SŁUPA

	typ wykresu	N_{Sd} [kN]	$N_{Sd,lt}$ [kN]	$M_{1Sd,x}$ [kNm]	$M_{3Sd,x}$ [kNm]	$M_{2Sd,x}$ [kNm]
1.	prostoliniowy	638,00	449,00	9,00	--	0,00

Dodatkowo uwzględniono ciężar własny słupa o wartości $N_o = 27,50$ kN

DANE MATERIAŁOWE

Parametry betonu:

Klasa betonu: **B25** (C20/25) → $f_{cd} = 13,33$ MPa, $f_{ctd} = 1,00$ MPa, $E_{cm} = 30,0$ GPa

Ciężar objętościowy $\rho = 25,0$ kN/m³

Maksymalny rozmiar kruszywa $d_g = 16$ mm

Wilgotność środowiska $RH = 50\%$

Wiek betonu w chwili obciążenia: 28 dni

Współczynnik pełzania (obliczono) $\phi = 2,78$

Zbrojenie podłużne:

Klasa stali A-IIIN (**RB500**) → $f_{yk} = 500$ MPa, $f_{yd} = 420$ MPa, $f_{tk} = 550$ MPa

Zbrojenie wzdłuż boku "b"

Średnica prętów $\phi = 16$ mm

Zbrojenie wzdłuż boku "h"

Średnica prętów $\phi = 12$ mm

Strzemiona:

Klasa stali A-0 (**St0S-b**) → $f_{yk} = 220$ MPa, $f_{yd} = 190$ MPa, $f_{tk} = 300$ MPa

Średnica strzemion $\phi_s = 8$ mm

Zbrojenie montażowe:

Klasa stali A-IIIN (RB500)

Średnica prętów $\phi = 16$ mm

Otulinie:

Klasa środowiska: XC1

Wartość dopuszczalnej odchyłki $\Delta c = 5$ mm

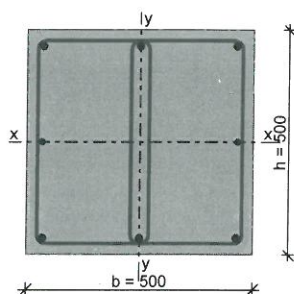
ZAŁOŻENIA

Sytuacja obliczeniowa: trwała

Graniczna szerokość rys $w_{lim} = 0,3$ mm

Konstrukcja poddana działaniu obciążeń wielokrotnie zmiennych

WYMIAROWANIE wg PN-B-03264:2002



Ściskanie ze zginaniem:

Przyjęto zbrojenie symetryczne wzdłuż boków "b":

Zbrojenie potrzebne po $2\phi 16$ o $A_s = 4,02 \text{ cm}^2$

Przyjęto zbrojenie symetryczne wzdłuż boków "h":

Zbrojenie potrzebne po $2\phi 16$ o $A_s = 4,02 \text{ cm}^2$

Łącznie przyjęto $4\phi 16$ o $A_s = 8,04 \text{ cm}^2$ ($\rho = 0,32\%$)

Warunek nośności:

- dla $N_{Sd} = 638,00 \text{ kN}$: $M_{Sd,x} = 19,63 \text{ kNm} < M_{Rd,x,odp,max} = 263,37 \text{ kNm}$

- dla $M_{Sd,x} = 11,09 \text{ kNm}$: $N_{Sd} = 665,50 \text{ kN} < N_{Rd,odp,max} = 3964,87 \text{ kN}$

Strzemiona konstrukcyjne:

Zbrojenie konstrukcyjne strzemionami podwójnymi

- poza odcinkami zakładu zbrojenia głównego $\phi 8$ co max. 240 mm

- na odcinkach zakładu zbrojenia głównego $\phi 8$ co max. 120 mm

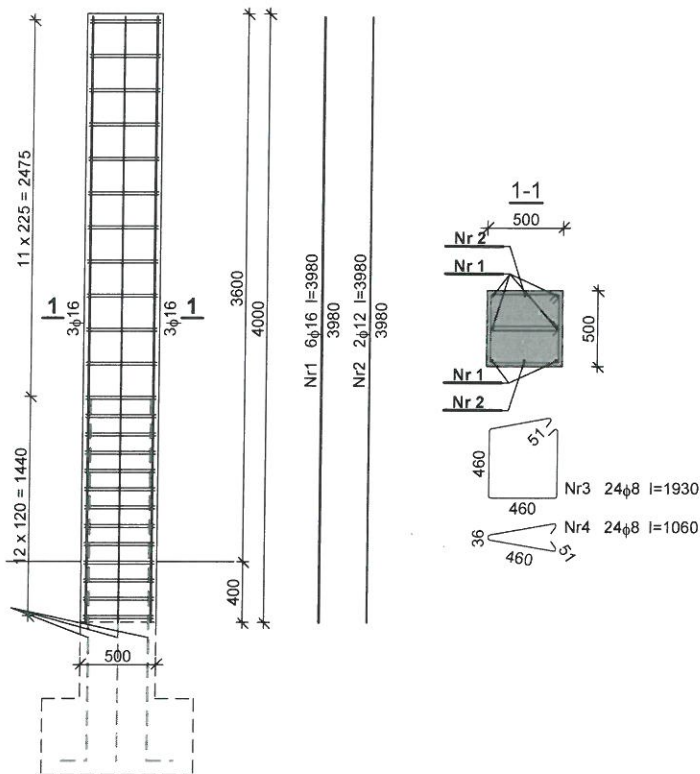
SGU:

Szerokość rys prostopadłych: zarysowanie nie występuje

Uwaga:

Dodatkowo należy przeanalizować wpływ ścinania oraz przemieszczenie słupa

SZKIC ZBROJENIA



WYKAZ ZBROJENIA

Nr pręta	Średnica [mm]	Długość [mm]	Liczba [szt.]	Długość całkowita [m]			
				St0S-b	RB500		
				φ8	φ12	φ16	
dla pojedynczego słupa							
1	16	3980	6			23,88	
2	12	3980	2		7,96		
3	8	1930	24	46,32			
4	8	1060	24	25,44			
Długość całkowita wg średnic				[m]	71,8	8,0	23,9
Masa 1mb pręta				[kg/mb]	0,395	0,888	1,578
Masa prętów wg średnic				[kg]	28,4	7,1	37,7
Masa prętów wg gatunków stali				[kg]	28,4	44,8	
Masa całkowita				[kg]	74		

Poz. 4.17. Stopy pod słupami środkowymi

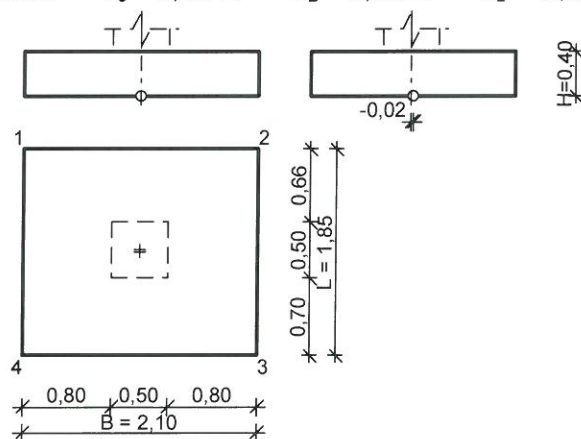
DANE:

Opis fundamentu :

Typ: **stopa prostopadłościenna**

Wymiary:

$B = 2,10 \text{ m}$ $L = 1,85 \text{ m}$ $H = 0,40 \text{ m}$
 $B_s = 0,50 \text{ m}$ $L_s = 0,50 \text{ m}$ $e_B = 0,00 \text{ m}$ $e_L = -0,02 \text{ m}$

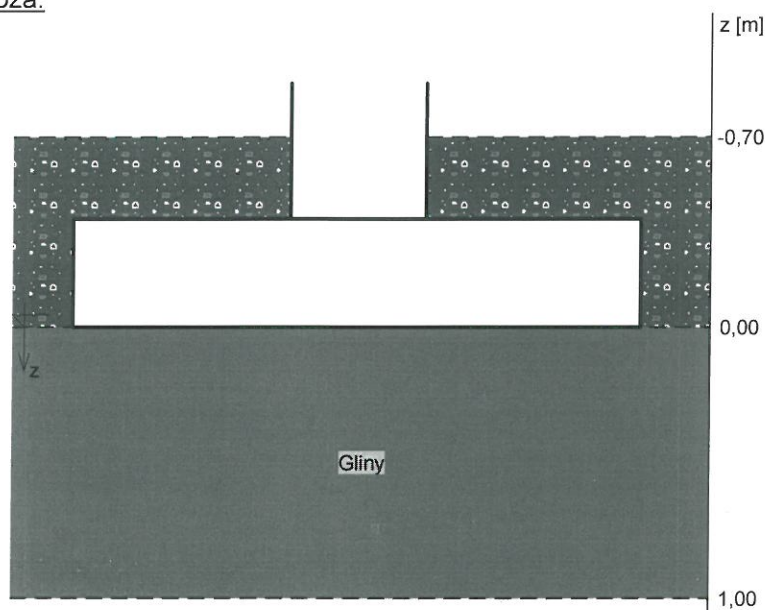


$V = 1,55 \text{ m}^3$

Posadowienie fundamentu:

$D = 0,70 \text{ m}$ $D_{\min} = 0,70 \text{ m}$
 brak wody gruntowej w zasypce

Opis podłoża:



Nr	nazwa gruntu	h [m]	nawodniona	$\rho_o^{(n)}$ [t/m ³]	$\gamma_{f,\min}$	$\gamma_{f,\max}$	$\phi_u^{(n)}$ [°]	$c_u^{(n)}$ [kPa]	M_0 [kPa]	M [kPa]
1	Gliny	1,00	nie	2,05	0,90	1,10	17,82	31,58	36039	40039

Napężenie dopuszczalne dla podłoża $\sigma_{dop} [\text{kPa}] = 150,0 \text{ kPa}$

Kombinacje obciążeń obliczeniowych:

Nr	typ obc.	N [kN]	T_B [kN]	M_B [kNm]	T_L [kN]	M_L [kNm]	e [kPa]	Δe [kPa/m]
1	długotrwałe	473,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Materiały :

Zasypka:

ciężar objętościowy: $20,00 \text{ kN/m}^3$

współczynniki obciążenia: $\gamma_{f,\min} = 0,90$; $\gamma_{f,\max} = 1,20$

Beton:

klasa betonu: **B25** (C20/25) $\rightarrow f_{cd} = 13,33 \text{ MPa}$, $f_{ctd} = 1,00 \text{ MPa}$, $E_{cm} = 30,0 \text{ GPa}$
ciężar objętościowy: $24,00 \text{ kN/m}^3$
współczynniki obciążenia: $\gamma_{f,min} = 0,90$; $\gamma_{f,max} = 1,10$

Zbrojenie:

klasa stali: **A-IIIN (RB500)** $\rightarrow f_{yk} = 500 \text{ MPa}$, $f_{yd} = 420 \text{ MPa}$, $f_{tk} = 550 \text{ MPa}$
nominalna grubość otulenia $c_{nom} = 50 \text{ mm}$

Założenia obliczeniowe:

Współczynniki korekcyjne oporu granicznego podłoża:

- dla nośności pionowej $m = 0,81$
- dla stateczności fundamentu na przesunięcie $m = 0,72$
- dla stateczności na obrót $m = 0,72$

Współczynnik kształtu przy wpływie zagłębienia na nośność podłoża: $\beta = 1,50$

Współczynnik tarcia gruntu o podstawę fundamentu: $f = 0,50$

Współczynniki redukcji spójności:

- przy sprawdzaniu przesunięcia: $0,50$
- przy korekcie nachylenia wypadkowej obciążenia: $1,00$

Czas trwania robót: do 1 roku ($\lambda = 0,00$)

Stosunek wartości obc. obliczeniowych N do wartości obc. charakterystycznych N_k $N/N_k = 1,20$

WYNIKI-PROJEKTOWANIE:

WARUNKI STANÓW GRANICZNYCH PODŁOŻA - wg PN-81/B-03020

Nośność pionowa podłoża:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Decyduje nośność w poziomie: **posadowienia fundamentu**

Obliczeniowy opór graniczny podłoża $Q_{fNB} = 2648,7 \text{ kN}$, $Q_{fNL} = 2633,2 \text{ kN}$

$N_r = 540,2 \text{ kN} < m \cdot Q_{fN} = 2132,9 \text{ kN}$ (25,3%)

Nośność (stateczność) podłoża z uwagi na przesunięcie poziome:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Decyduje nośność w poziomie: **posadowienia fundamentu**

Obliczeniowy opór graniczny podłoża $Q_{fT} = 229,3 \text{ kN}$

$T_r = 0,0 \text{ kN} < m \cdot Q_{fT} = 165,1 \text{ kN}$ (0,0%)

Obciążenie jednostkowe podłoża:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Naprężenie maksymalne $\sigma_{max} = 146,9 \text{ kPa}$

$\sigma_{max} = 146,9 \text{ kPa} < \sigma_{dop} = 150,0 \text{ kPa}$ (97,9%)

Stateczność fundamentu na obrót:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Decyduje moment wywracający $M_{oB,2-3} = 0,00 \text{ kNm}$,

moment utrzymujący $M_{uB,2-3} = 552,51 \text{ kNm}$

$M_o = 0,00 \text{ kNm} < m \cdot M_u = 397,8 \text{ kNm}$ (0,0%)

Osiadanie:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Osiadanie pierwotne $s' = 0,38 \text{ cm}$, wtórne $s'' = 0,00 \text{ cm}$, całkowite $s = 0,38 \text{ cm}$

$s = 0,38 \text{ cm} < s_{dop} = 1,00 \text{ cm}$ (38,2%)

OBLICZENIA WYTRZYMAŁOŚCIOWE FUNDAMENTU - wg PN-B-03264: 2002

Nośność na przebicie:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Pole powierzchni wielokąta $A = 0,74 \text{ m}^2$

Siła przebijająca $N_{sd} = (g+q)_{max} \cdot A = 108,8 \text{ kN}$

Nośność na przebicie $N_{Rd} = 283,2 \text{ kN}$

$N_{sd} = 108,8 \text{ kN} < N_{Rd} = 283,2 \text{ kN}$ (38,4%)

Wymiarowanie zbrojenia:

Wzdłuż boku B:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Zbrojenie potrzebne $A_s = 8,14 \text{ cm}^2$

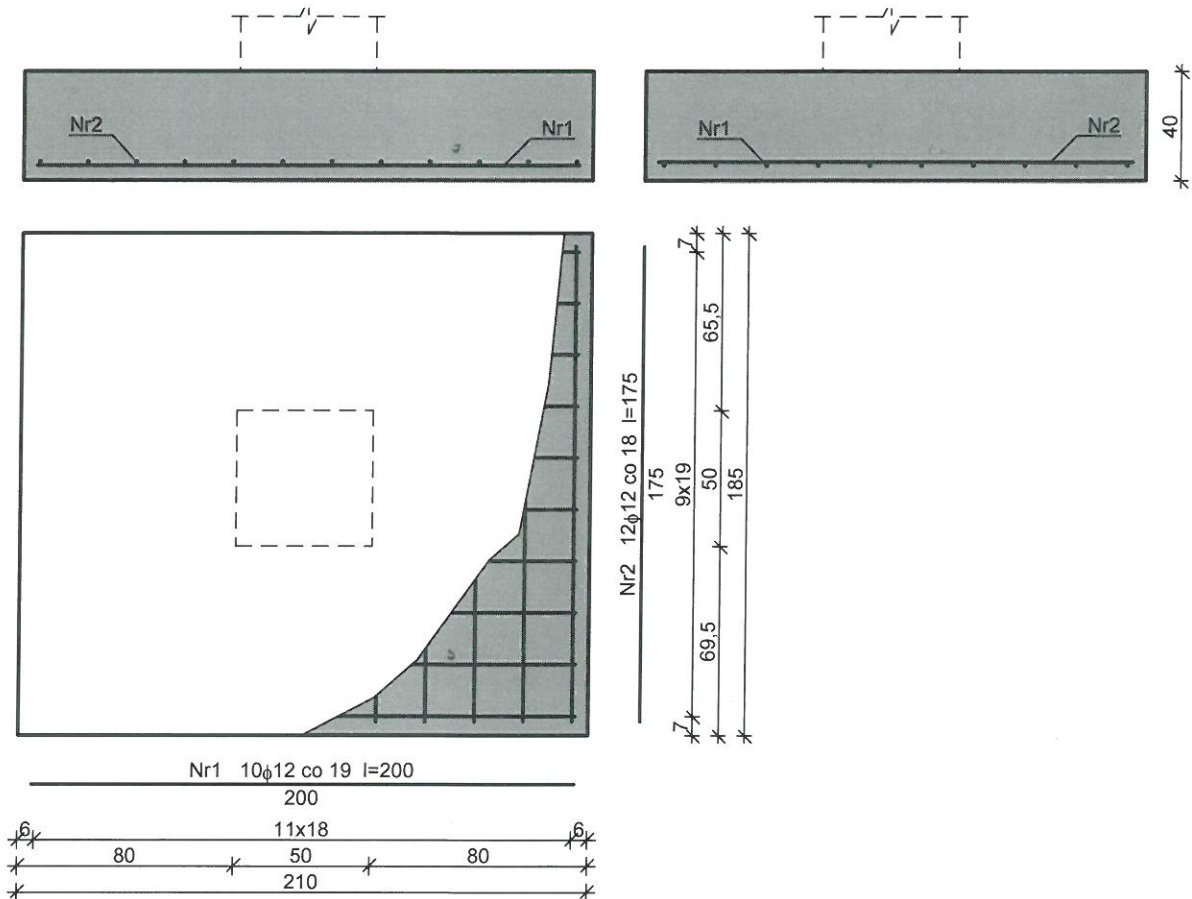
Przyjęto konstrukcyjnie **10 prętów $\phi 12 \text{ mm}$** o $A_s = 11,31 \text{ cm}^2$

Wzdłuż boku L:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Zbrojenie potrzebne $A_s = 6,71 \text{ cm}^2$

Przyjęto konstrukcyjnie **12 prętów $\phi 12 \text{ mm}$** o $A_s = 13,57 \text{ cm}^2$



Wykaz zbrojenia dla 1 stopy

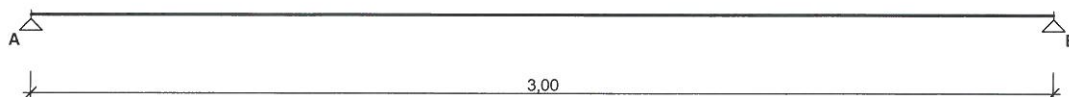
Nr	Średnica [mm]	Długość [cm]	Liczba	Długość ogólna [m]
				RB500 $\phi 12$
1	12	200	10	20,00
2	12	175	12	21,00
Długość ogólna wg średnic [m]				41,0
Masa 1mb pręta [kg/mb]				0,888
Masa prętów wg średnic [kg]				36,4
Masa prętów wg gatunków stali [kg]				36,4
Masa całkowita [kg]				37

Poz. 4.18. Belki pod centralę grzewczą – wentylacyjną

Obciążenie belki

Z technologii firmy HOVAL obciążenie na 1 belkę $(7,90 \times 1,10) \times 0,50 = 4,35 \text{ kN/m}$

SCHEMAT BELKI



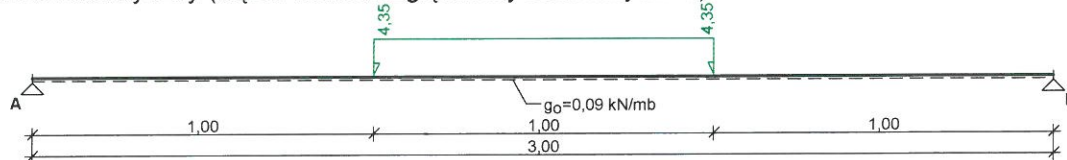
Parametry belki:

- współczynnik obciążenia dla ciężaru własnego belki $\gamma_f = 1,10$

OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE BELKI

Przypadek **P1: Przypadek 1** ($\gamma_f = 1,15$)

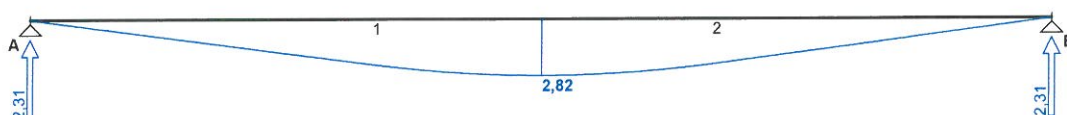
Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):



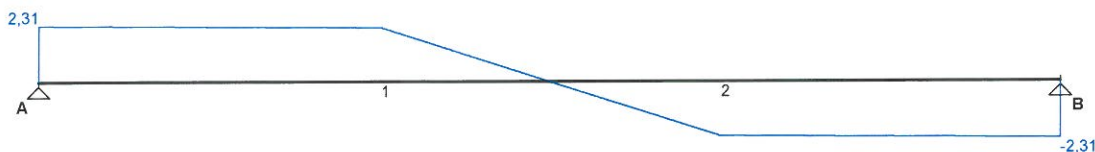
WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

Przypadek **P1: Przypadek 1**

Momenty zginające [kNm]:



Siły poprzeczne [kN]:



Ugięcia [mm]:



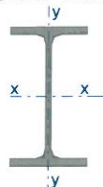
ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA

Wykorzystanie rezerwy plastycznej przekroju: tak;

Parametry analizy zwijczenia:

- obciążenie przyłożone na pasie górnym belki;
- obciążenie działa w dół;
- rozstaw stężeń bocznych $l_1 = 1,00$ m;

WYMIAROWANIE WG PN-90/B-03200



Przekrój: **IPE 100**

$$A_v = 4,10 \text{ cm}^2, \quad m = 8,10 \text{ kg/m}$$

$$J_x = 171 \text{ cm}^4, \quad J_y = 15,9 \text{ cm}^4, \quad J_\omega = 351 \text{ cm}^6, \quad J_T = 1,20 \text{ cm}^4, \quad W_x = 34,2 \text{ cm}^3$$

Stal: **St3**

Nośności obliczeniowe przekroju:

- zginanie: klasa przekroju 1 ($\alpha_p = 1,076$) $M_R = 7,91 \text{ kNm}$

- ścinanie: klasa przekroju 1 $V_R = 51,13 \text{ kN}$

Nośność na zginanie

Przekrój $z = 1,50$ m

Współczynnik zwijczenia $\varphi_L = 0,950$

Moment maksymalny $M_{\max} = 2,82 \text{ kNm}$

$$(52) \quad M_{\max} / (\varphi_L \cdot M_R) = 0,375 < 1$$

Nośność na ścinanie

Przekrój $z = 3,00 \text{ m}$

Maksymalna siła poprzeczna $V_{\max} = -2,31 \text{ kN}$

$$^{(53)} V_{\max} / V_R = 0,045 < 1$$

Nośność na zginanie ze ścinaniem

$$V_{\max} = (-)2,31 \text{ kN} < V_o = 0,6 \cdot V_R = 30,68 \text{ kN} \rightarrow \text{warunek niemiernodajny}$$

Stan graniczny użytkowania

Przekrój $z = 1,50 \text{ m}$

Ugięcie maksymalne $f_{k,\max} = 6,00 \text{ mm}$

Ugięcie graniczne $f_{gr} = l_o / 250 = 12,00 \text{ mm}$

$$f_{k,\max} = 6,00 \text{ mm} < f_{gr} = 12,00 \text{ mm} \quad (50,0\%)$$

Poz. 4.18.A. Sprawdzenie płatwi kratowych

SCHEMAT RAMY



Węzły:

nr węzła	x [m]	y [m]	typ podpory	kąt
1	0,00	0,00	Przegubowa	0
2	1,20	0,00		
3	2,40	0,00		
4	3,60	0,00		
5	4,80	0,00		
6	6,00	0,00		
7	7,20	0,00		
8	8,40	0,00		
9	12,00	0,00	Przegubowa	0
10	1,80	-0,80		
11	3,00	-0,80		
12	4,20	-0,80		
13	5,40	-0,80		
14	6,60	-0,80		
15	7,80	-0,80		
16	10,20	-0,80		
17	9,00	-0,80		
18	9,60	0,00		
19	10,80	0,00		

Pręty:

nr pręta	węzeł początkowy	węzeł końcowy	typ przekroju	połączenie początek	połączenie koniec
1	1	2	T 100(2)	szttywne	szttywne
2	2	3	T 100(2)	szttywne	szttywne
3	3	4	T 100(2)	szttywne	szttywne
4	4	5	T 100(2)	szttywne	szttywne
5	5	6	T 100(2)	szttywne	szttywne
6	6	7	T 100(2)	szttywne	szttywne
7	7	8	T 100(2)	szttywne	szttywne
8	10	11	T 60	szttywne	szttywne
9	11	12	T 60	szttywne	szttywne
10	12	13	T 60	szttywne	szttywne
11	13	14	T 60	szttywne	szttywne
12	14	15	T 60	szttywne	szttywne
13	10	3	L 50x50x5	przegub	przegub
14	3	11	L 40x40x5	przegub	przegub
15	11	4	L 40x40x5	przegub	przegub
16	4	12	L 40x40x5	przegub	przegub
17	12	5	L 40x40x5	przegub	przegub
18	5	13	L 40x40x5	przegub	przegub
19	13	6	L 40x40x5	przegub	przegub
20	6	14	L 40x40x5	przegub	przegub
21	14	7	L 40x40x5	przegub	przegub
22	7	15	L 40x40x5	przegub	przegub
23	15	8	L 40x40x5	przegub	przegub
24	1	10	T 60	szttywne	szttywne

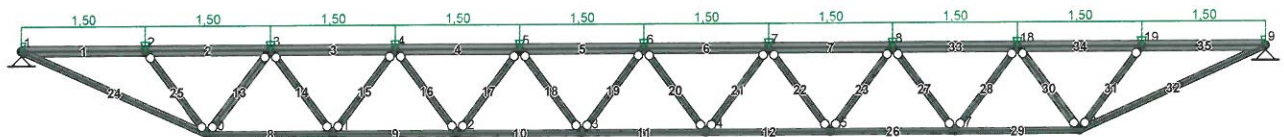
25	2	10	L 40x40x5	przegub	przegub
26	15	17	T 60	szttywne	szttywne
27	8	17	L 40x40x5	przegub	przegub
28	18	17	L 40x40x5	przegub	przegub
29	17	16	T 60	szttywne	szttywne
30	18	16	L 50x50x5	przegub	przegub
31	19	16	L 40x40x5	przegub	przegub
32	16	9	T 60	szttywne	szttywne
33	8	18	T 100(2)	szttywne	szttywne
34	18	19	T 100(2)	szttywne	szttywne
35	19	9	T 100(2)	szttywne	szttywne

Typy przekrojów prętowych:

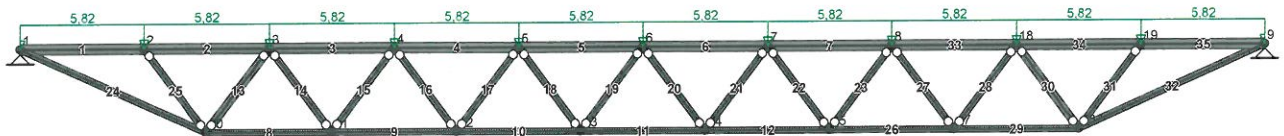
nazwa	materiał	A [cm ²]	J _x [cm ⁴]	h [cm]	e/h	E [MPa]	ρ ₀ [kg/m ³]
T 100(2)	Stal St3	20,90	179,00	10,0	0,500	205000	7850
T 60	Stal St3	7,94	23,80	6,0	0,500	205000	7850
L 40x40x5	Stal St3	3,79	8,64	5,7	0,500	205000	7850
L 50x50x5	Stal St3	4,80	17,40	7,1	0,500	205000	7850

OBCIĄŻENIA: (wartości obliczeniowe)

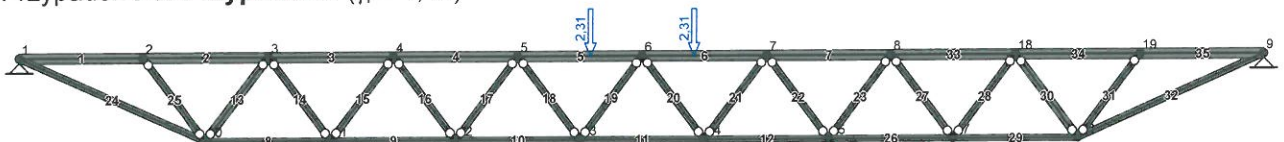
Przypadek P1: Przypadek 1 ($\gamma_f = 1,16$)



Przypadek P2: Przypadek 2 ($\gamma_f = 1,5$)



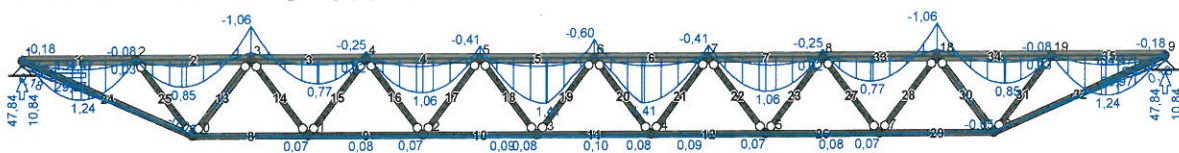
Przypadek P3: Przypadek 3 ($\gamma_f = 1,10$)



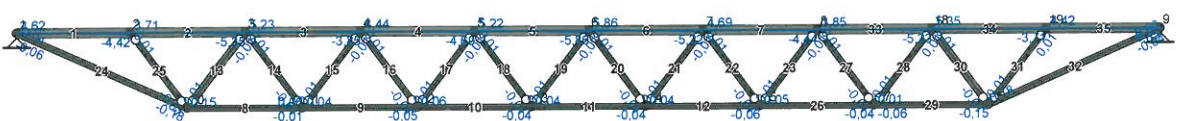
WYNIKI:

Obwiednia sił wewnętrznych

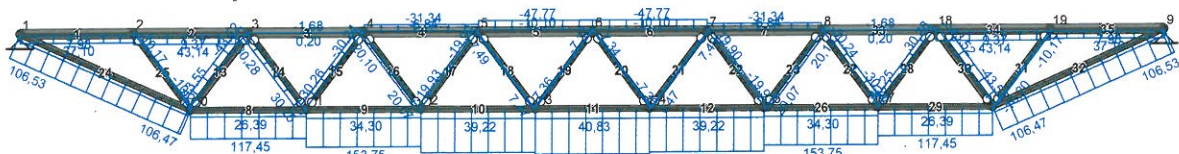
Obwiednia momentów zginających:



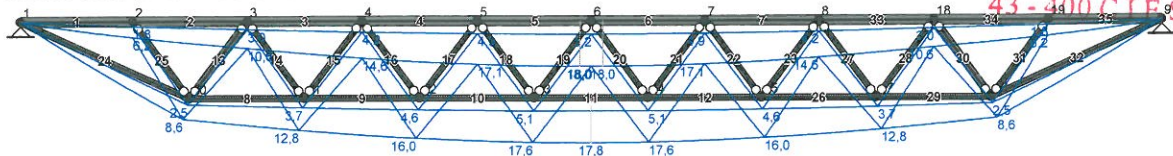
Obwiednia sił tnących:



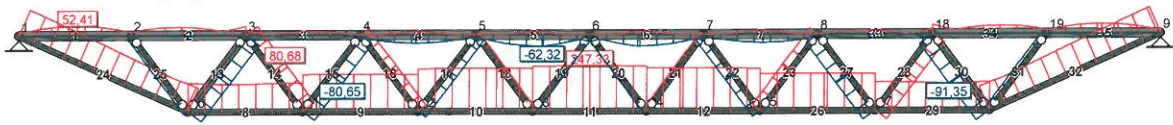
Obwiednia sił osiowych:



Obwódca przemieszczeń:



Obwódca naprężeń:



Ekstremalne reakcje podporowe:

węzeł (podpora)	R_y [kN]	R_x [kN]	M [kNm]	kombinacja SGN
1 (A)	47,84	-134,47	--	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
	10,84	-29,97	--	K1: 1,0·P1
9 (B)	47,84	134,47	--	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
	10,84	29,97	--	K1: 1,0·P1

Ekstremalne siły wewnętrzne:

pręt	x [m]	M [kNm]	N [kN]	T [kN]	kombinacja SGN
1	0,62	1,24	37,10	-0,06	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
	0,00	-0,18	37,10	4,62	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
	1,20	-0,08	33,39	-4,42	K2: 1,0·P1+1,0·P2
2	0,48	0,85	43,14	0,06	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
	1,20	-1,06	43,14	-5,35	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
	0,00	-0,04	43,14	3,66	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
	0,00	-0,08	39,50	3,71	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	0,00	-0,08	39,50	3,71	K2: 1,0·P1+1,0·P2
3	0,70	0,77	-1,13	0,01	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
	0,00	-1,06	-1,13	5,23	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
	0,00	-1,04	-1,68	5,16	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	0,00	-0,25	0,20	1,24	K3: 1,0·P1+1,0·P3
	1,20	-0,25	-1,68	-3,85	K2: 1,0·P1+1,0·P2
4	0,60	1,06	-28,73	-0,07	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	1,20	-0,41	-31,34	-4,69	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
	0,00	-0,18	-31,34	4,32	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
	0,00	-0,25	-28,73	4,44	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	0,00	-0,25	-28,73	4,44	K2: 1,0·P1+1,0·P2
5	0,70	1,41	-47,77	0,00	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
	1,20	-0,60	-45,12	-5,68	K5: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P2
	0,00	-0,41	-47,77	5,22	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
	1,20	-0,58	-47,77	-5,86	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
	1,20	-0,58	-47,77	-5,86	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
6	0,50	1,41	-47,77	0,00	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
	0,00	-0,60	-45,12	5,68	K5: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P2
	0,00	-0,58	-47,77	5,86	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
	1,20	-0,41	-47,77	-5,22	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
	1,20	-0,41	-47,77	-5,22	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
7	0,60	1,06	-28,73	0,07	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	0,00	-0,41	-31,34	4,69	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
	1,20	-0,25	-28,73	-4,44	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	1,20	-0,25	-28,73	-4,44	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	1,20	-0,25	-28,73	-4,44	K2: 1,0·P1+1,0·P2
8	1,20	0,07	117,45	0,06	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
	0,00	-0,05	117,45	0,15	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
	1,20	0,01	26,39	-0,01	K1: 1,0·P1
	1,20	0,01	26,39	-0,01	K1: 1,0·P1
	1,20	0,01	26,39	-0,01	K1: 1,0·P1
9	0,53	0,08	153,75	0,00	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
	0,00	0,07	153,75	0,04	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
	1,20	0,06	144,48	-0,05	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	0,00	0,01	44,61	0,04	K3: 1,0·P1+1,0·P3
	0,00	0,01	44,61	0,04	K3: 1,0·P1+1,0·P3
10	0,82	0,09	177,75	0,00	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
	0,00	0,07	177,75	0,06	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
	1,20	0,01	39,22	-0,04	K1: 1,0·P1
	1,20	0,01	39,22	-0,04	K1: 1,0·P1
	1,20	0,01	39,22	-0,04	K1: 1,0·P1
11	0,60	0,10	186,65	0,00	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
	0,00	0,08	186,65	0,04	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
	1,20	0,01	40,83	-0,04	K1: 1,0·P1
	0,00	0,08	171,96	0,04	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	0,00	0,08	171,96	0,04	K2: 1,0·P1+1,0·P2
12	0,38	0,09	177,75	0,00	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
	0,00	0,08	177,75	0,03	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
	1,20	0,07	177,75	-0,06	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
	0,00	0,01	39,22	0,04	K1: 1,0·P1
	0,00	0,01	39,22	0,04	K1: 1,0·P1
13	0,50	0,00	-12,60	0,00	K3: 1,0·P1+1,0·P3
	0,00	0,00	-43,55	0,01	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
	1,00	0,00	-40,86	-0,01	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	0,00	0,00	-12,61	0,01	K3: 1,0·P1+1,0·P3
	0,00	0,00	-12,61	0,01	K3: 1,0·P1+1,0·P3
14	0,50	0,00	6,65	0,00	K1: 1,0·P1
	0,00	0,00	30,28	0,01	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
	1,00	0,00	30,25	-0,01	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
	1,00	0,00	30,25	-0,01	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
	1,00	0,00	30,25	-0,01	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3

	0,00	0,00	6,66	0,01	K1: 1,0·P1
15	0,50	0,00	-9,33	0,00	K3: 1,0·P1+1,0·P3
	0,00	0,00	-30,26	0,01	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
	1,00	0,00	-27,72	-0,01	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	0,00	0,00	-9,34	0,01	K3: 1,0·P1+1,0·P3
16	0,50	0,00	4,18	0,00	K1: 1,0·P1
	0,00	0,00	20,10	0,01	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
	1,00	0,00	20,07	-0,01	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
	0,00	0,00	4,19	0,01	K1: 1,0·P1
17	0,50	0,00	-4,02	0,00	K1: 1,0·P1
	0,00	0,00	-19,93	0,01	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
	1,00	0,00	-19,90	-0,01	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
	0,00	0,00	-4,04	0,01	K1: 1,0·P1
18	0,50	0,00	1,41	0,00	K1: 1,0·P1
	0,00	0,00	7,49	0,01	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
	1,00	0,00	5,70	-0,01	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	0,00	0,00	1,43	0,01	K1: 1,0·P1
19	0,50	0,00	-7,35	0,00	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
	0,00	0,00	-7,36	0,01	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
	1,00	0,00	-1,25	-0,01	K1: 1,0·P1
	0,00	0,00	-5,59	0,01	K2: 1,0·P1+1,0·P2
20	0,50	0,00	-1,27	0,00	K1: 1,0·P1
	1,00	0,00	-7,36	-0,01	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
	0,00	0,00	-1,25	0,01	K1: 1,0·P1
21	0,50	0,00	3,38	0,00	K3: 1,0·P1+1,0·P3
	1,00	0,00	7,49	-0,01	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
	1,00	0,00	5,72	-0,01	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	0,00	0,00	3,37	0,01	K3: 1,0·P1+1,0·P3
22	0,50	0,00	-17,17	0,00	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	1,00	0,00	-19,93	-0,01	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
	1,00	0,00	-7,08	-0,01	K3: 1,0·P1+1,0·P3
	0,00	0,00	-17,16	0,01	K2: 1,0·P1+1,0·P2
23	0,50	0,00	7,23	0,00	K3: 1,0·P1+1,0·P3
	1,00	0,00	20,10	-0,01	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
	1,00	0,00	17,36	-0,01	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	0,00	0,00	7,21	0,01	K3: 1,0·P1+1,0·P3
24	0,00	0,18	106,53	-0,06	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
	1,97	-0,05	106,47	-0,18	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
	0,00	0,02	24,08	0,04	K1: 1,0·P1
25	0,50	0,00	-2,31	0,00	K1: 1,0·P1
	1,00	0,00	-10,20	-0,01	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	1,00	0,00	-10,09	-0,01	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
	0,00	0,00	-2,29	0,01	K1: 1,0·P1
26	0,67	0,08	153,75	0,00	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
	0,00	0,07	153,75	0,05	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
	1,20	0,01	44,61	-0,04	K3: 1,0·P1+1,0·P3
	0,00	0,06	144,48	0,05	K2: 1,0·P1+1,0·P2
27	0,50	0,00	-9,33	0,00	K3: 1,0·P1+1,0·P3
	1,00	0,00	-30,26	-0,01	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
	1,00	0,00	-27,75	-0,01	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	0,00	0,00	-9,32	0,01	K3: 1,0·P1+1,0·P3
28	0,50	0,00	6,65	0,00	K1: 1,0·P1
	0,00	0,00	30,28	0,01	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
	1,00	0,00	6,63	-0,01	K1: 1,0·P1
29	0,00	0,07	117,45	-0,06	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
	1,20	-0,05	117,45	-0,15	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
	0,00	0,01	26,39	0,01	K1: 1,0·P1
30	0,50	0,00	-43,53	0,00	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
	1,00	0,00	-43,55	-0,01	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
	1,00	0,00	-9,67	-0,01	K1: 1,0·P1
	0,00	0,00	-43,52	0,01	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
31	0,50	0,00	-2,31	0,00	K1: 1,0·P1
	1,00	0,00	-10,20	-0,01	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	1,00	0,00	-2,32	-0,01	K1: 1,0·P1
	0,00	0,00	-10,06	0,01	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
32	1,97	0,18	106,53	0,06	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
	0,00	-0,05	106,47	0,18	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
	1,97	0,02	24,08	-0,04	K1: 1,0·P1
33	0,50	0,77	-1,13	-0,01	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
	1,20	-1,06	-1,13	-5,23	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
	0,00	-0,25	-1,68	3,85	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	0,00	0,02	0,20	0,78	K3: 1,0·P1+1,0·P3
34	0,72	0,85	43,14	-0,06	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
	0,00	-1,06	43,14	5,35	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
	1,20	-0,08	39,50	-3,71	K2: 1,0·P1+1,0·P2
35	0,58	1,24	37,10	0,06	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
	1,20	-0,18	37,10	-4,62	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
	0,00	-0,04	37,10	4,39	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
	0,00	-0,08	33,39	4,42	K2: 1,0·P1+1,0·P2

Ekstremalne przemieszczenia:

pręt	x [m]	v _x [mm]	v _y [mm]	kombinacja SGU
1	1,20	0,1	-6,2	K2: 1,0·P1+1,0·P2
2	1,20	0,1	-10,6	K2: 1,0·P1+1,0·P2
3	0,00	0,1	-10,6	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	1,20	0,1	-14,6	K2: 1,0·P1+1,0·P2
4	0,00	0,1	-14,6	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	1,20	0,1	-17,1	K2: 1,0·P1+1,0·P2
5	0,00	0,1	-17,1	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	1,08	0,0	-18,0	K2: 1,0·P1+1,0·P2
6	1,20	-0,1	-17,1	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	0,12	0,0	-18,0	K2: 1,0·P1+1,0·P2
7	1,20	-0,1	-14,6	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	0,00	-0,1	-17,1	K2: 1,0·P1+1,0·P2
8	0,00	-2,7	-8,2	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	1,20	-2,1	-12,6	K2: 1,0·P1+1,0·P2
9	0,00	-2,1	-12,6	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	1,20	-1,3	-15,9	K2: 1,0·P1+1,0·P2
10	0,00	-1,3	-15,9	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	1,20	-0,5	-17,6	K2: 1,0·P1+1,0·P2
11	1,20	0,2	-6,9	K3: 1,0·P1+1,0·P3
	0,00	-0,5	-17,6	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	0,60	0,0	-17,8	K2: 1,0·P1+1,0·P2
12	1,20	1,3	-15,9	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	0,00	0,5	-17,6	K2: 1,0·P1+1,0·P2
13	1,00	-8,4	-6,5	K2: 1,0·P1+1,0·P2
14	1,00	8,8	-9,2	K2: 1,0·P1+1,0·P2
15	1,00	-11,6	-8,9	K2: 1,0·P1+1,0·P2
16	1,00	11,9	-10,6	K2: 1,0·P1+1,0·P2
17	1,00	-13,7	-10,4	K2: 1,0·P1+1,0·P2
18	1,00	13,8	-10,9	K2: 1,0·P1+1,0·P2
19	1,00	-14,4	-10,8	K2: 1,0·P1+1,0·P2
20	0,00	14,4	-10,8	K2: 1,0·P1+1,0·P2
21	0,00	-13,8	-10,9	K2: 1,0·P1+1,0·P2
22	0,00	13,7	-10,4	K2: 1,0·P1+1,0·P2
23	0,00	-11,9	-10,6	K2: 1,0·P1+1,0·P2
24	1,97	0,9	-8,5	K2: 1,0·P1+1,0·P2
25	0,00	5,0	-3,7	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	1,00	4,9	-7,0	K2: 1,0·P1+1,0·P2
26	1,20	2,1	-12,6	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	0,00	1,3	-15,9	K2: 1,0·P1+1,0·P2
27	0,00	11,6	-8,9	K2: 1,0·P1+1,0·P2
28	1,00	8,8	9,2	K2: 1,0·P1+1,0·P2
29	1,20	2,7	-8,2	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	0,00	2,1	-12,6	K2: 1,0·P1+1,0·P2
30	0,00	8,4	-6,5	K2: 1,0·P1+1,0·P2
31	0,00	5,0	3,7	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	1,00	4,9	7,0	K2: 1,0·P1+1,0·P2
32	0,00	-0,9	-8,5	K2: 1,0·P1+1,0·P2
33	1,20	-0,1	-10,6	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	0,00	-0,1	-14,6	K2: 1,0·P1+1,0·P2
34	0,00	-0,1	-10,6	K2: 1,0·P1+1,0·P2
35	0,00	-0,1	-6,2	K2: 1,0·P1+1,0·P2

Napężenia ekstremalne:

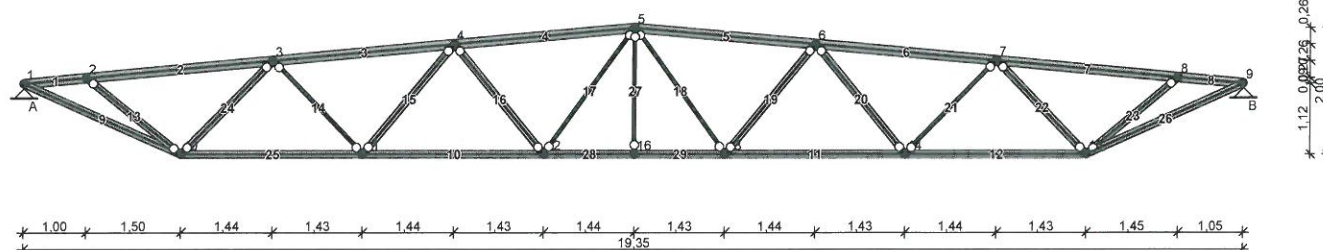
pręt	x [m]	σ _{max} [MPa]	σ _{min} [MPa]	kombinacja SGN
1	0,62 m	52,41	--	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
	0,60 m	--	-18,22	K2: 1,0·P1+1,0·P2
2	1,20 m	50,11	--	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
	1,20 m	--	-10,04	K2: 1,0·P1+1,0·P2
3	0,00 m	28,93	--	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
	0,00 m	--	-30,01	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
4	0,60 m	15,98	--	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	0,58 m	--	-44,57	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
5	0,70 m	16,84	--	K5: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P2
	0,70 m	--	-62,32	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
6	0,50 m	16,84	--	K5: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P2
	0,50 m	--	-62,32	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
7	0,60 m	15,98	--	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	0,62 m	--	-44,57	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
8	1,20 m	157,03	--	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
9	0,53 m	204,03	--	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
10	0,82 m	235,20	--	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
11	0,60 m	247,33	--	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
12	0,38 m	235,20	--	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3

13	0,48 m	--	-91,35	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
14	0,48 m	80,68	--	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
15	0,48 m	--	-80,65	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
16	0,48 m	53,83	--	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
17	0,48 m	--	-53,38	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
18	0,48 m	20,57	--	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
19	0,48 m	--	-20,23	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
20	0,52 m	--	-20,23	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
21	0,52 m	20,57	--	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
22	0,52 m	--	-53,38	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
23	0,52 m	53,83	--	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
24	0,00 m	157,01	--	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
25	0,52 m	--	-27,70	K2: 1,0·P1+1,0·P2
26	0,67 m	204,03	--	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
27	0,52 m	--	-80,65	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
28	0,48 m	80,68	--	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
29	0,00 m	157,03	--	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
30	0,52 m	--	-91,35	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
31	0,52 m	--	-27,70	K2: 1,0·P1+1,0·P2
32	1,97 m	157,01	--	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
33	1,20 m	28,93	--	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
	1,20 m	--	-30,01	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
34	0,00 m	50,11	--	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
	0,00 m	--	-10,04	K2: 1,0·P1+1,0·P2
35	0,58 m	52,41	--	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
	0,60 m	--	-18,22	K2: 1,0·P1+1,0·P2

Przyjęto: teownik równoramienny T 60 (wg PN-EN 10055:1999) wzmocnić płaskownikiem 50 x 6 mm jak w pozostałych kratownicach

Poz. 4.18.B. Sprawdzenie krokwi kratowych

SCHEMAT RAMY



Węzły:

nr węzła	x [m]	y [m]	typ podpory	kąt
1	0,00	0,00	przegubowa	0
2	1,00	0,09		
3	3,94	0,36		
4	6,81	0,62		
5	9,68	0,88		
6	12,55	0,62		
7	15,42	0,36		
8	18,30	0,09		
9	19,35	0,00	przegubowa	0
10	2,50	-1,12		
11	5,37	-1,12		
12	8,24	-1,12		
13	11,11	-1,12		
14	13,98	-1,12		
15	16,85	-1,12		
16	9,68	-1,12		

Pręty:

nr pręta	węzeł początkowy	węzeł końcowy	typ przekroju	połączenie początek	połączenie koniec
1	1	2	2 L 150x100x1 2 ap 10 mm	sztywne	sztywne
2	2	3	2 L 150x100x1 2 ap 10 mm	sztywne	sztywne

3	3	4	2 L 150x100x1 2 ap 10 mm	sztywne	sztywne
4	4	5	2 L 150x100x1 2 ap 10 mm	sztywne	sztywne
5	5	6	2 L 150x100x1 2 ap 10 mm	sztywne	sztywne
6	6	7	2 L 150x100x1 2 ap 10 mm	sztywne	sztywne
7	7	8	2 L 150x100x1 2 ap 10 mm	sztywne	sztywne
8	8	9	2 L 150x100x1 2 ap 10 mm	sztywne	sztywne
9	1	10	2 L 120x80x10 ap 10 mm	sztywne	sztywne
10	11	12	2 L 120x80x10 ap 10 mm	sztywne	sztywne
11	13	14	2 L 120x80x10 ap 10 mm	sztywne	sztywne
12	14	15	2 L 120x80x10 ap 10 mm	sztywne	sztywne
13	10	2	2 L 50x50x5 a _{px} 10 mm apy 10 mm	przegub	przegub
14	3	11	L 50x50x5	przegub	przegub
15	11	4	2 L 50x50x5 a _{px} 10 mm apy 10 mm	przegub	przegub
16	4	12	2 L 50x50x5 a _{px} 10 mm apy 10 mm	przegub	przegub
17	12	5	L 50x50x5	przegub	przegub
18	5	13	L 50x50x5	przegub	przegub
19	13	6	2 L 50x50x5 a _{px} 10 mm apy 10 mm	przegub	przegub
20	6	14	2 L 50x50x5 a _{px} 10 mm apy 10 mm	przegub	przegub
21	14	7	L 50x50x5	przegub	przegub
22	7	15	2 L 50x50x5 a _{px} 10 mm apy 10 mm	przegub	przegub
23	15	8	2 L 50x50x5 a _{px} 10 mm apy 10 mm	przegub	przegub
24	3	10	2 L 50x50x5 a _{px} 10 mm apy 10 mm	przegub	przegub
25	10	11	2 L 120x80x10 ap 10 mm	sztywne	sztywne
26	15	9	2 L 120x80x10 ap 10 mm	sztywne	sztywne
27	5	16	L 50x50x5	przegub	przegub
28	12	16	2 L 120x80x10 ap 10 mm	sztywne	sztywne
29	16	13	2 L 120x80x10 ap 10 mm	sztywne	sztywne

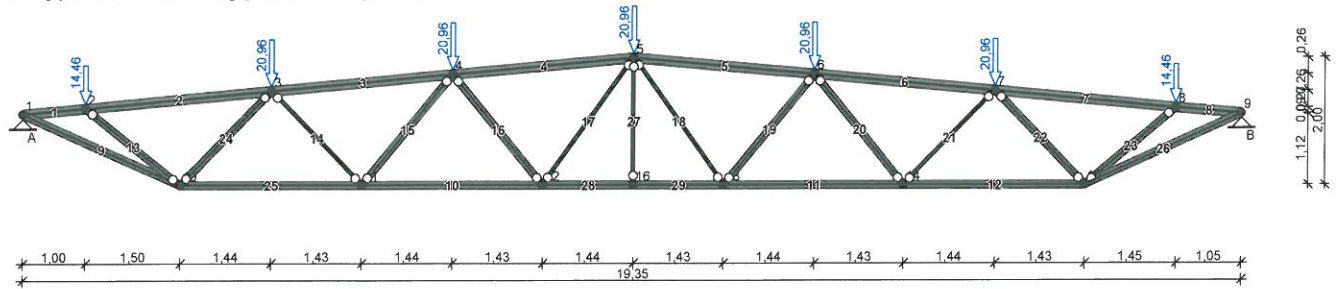
Typy przekrojów prętowych:

nazwa	materiał	A [cm ²]	J _x [cm ⁴]	h [cm]	e/h	E [MPa]	ρ ₀ [kg/m ³]
2 L 150x100x12 ap 10 mm	Stal St3	57,40	1300,00	15,0	0,500	205000	7850
2 L 120x80x10 ap 10 mm	Stal St3	38,20	552,00	12,0	0,500	205000	7850

2 L 50x50x5 a _{px} 10	Stal St3	9,60	56,66	11,0	0,500	205000	7850
mm a _{py} 10 mm							
L 50x50x5	Stal St3	4,80	11,00	5,0	0,280	205000	7850

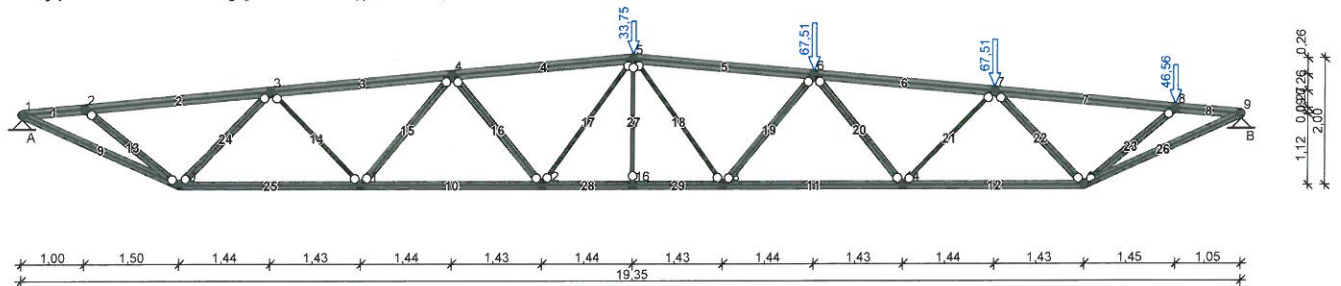
OBCIĄŻENIA: (wartości obliczeniowe)

Przypadek P1: Przypadek 1 ($\gamma_f = 1,16$)



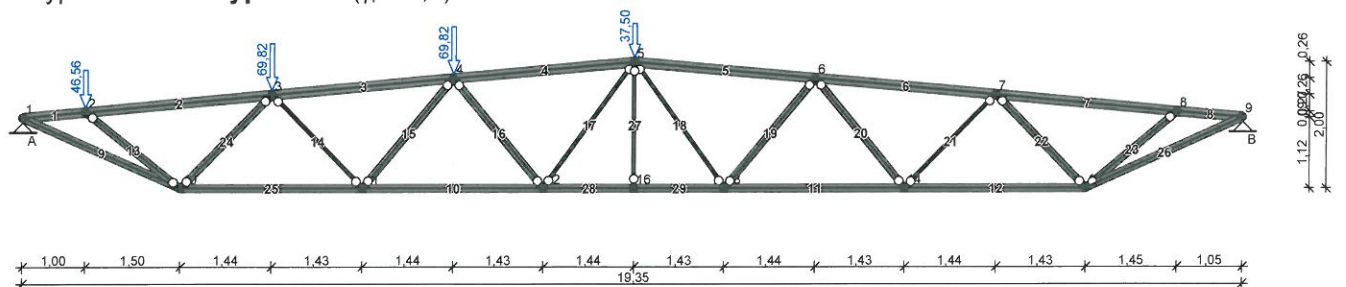
L.p.	element	opis
1	konstrukcja	ciężar własny
2	węzły 2, 8	siła skupiona $F = 14,46$ kN; kąt nachylenia 0,0st.
3	węzły 3-7	siła skupiona $F = 20,96$ kN; kąt nachylenia 0,0st.

Przypadek P2: Przypadek 2 ($\gamma_f = 1,5$)



L.p.	element	opis
1	węzeł 8	siła skupiona $F = 46,56$ kN; kąt nachylenia 0,0st.
2	węzły 6, 7	siła skupiona $F = 67,51$ kN; kąt nachylenia 0,0st.
3	węzeł 5	siła skupiona $F = 33,75$ kN; kąt nachylenia 0,0st.

Przypadek P3: Przypadek 3 ($\gamma_f = 1,5$)

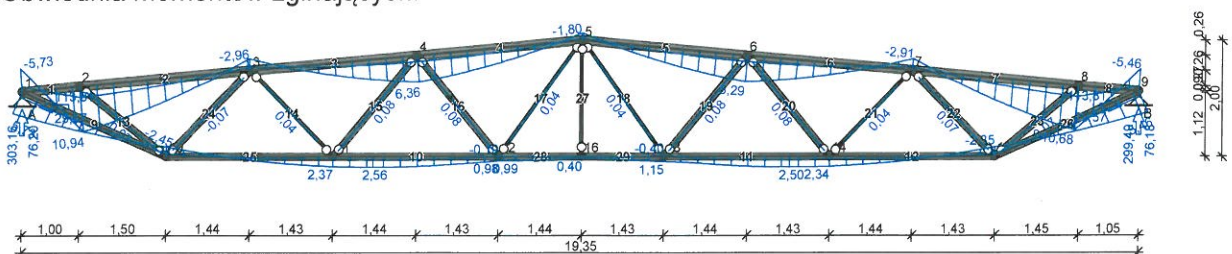


L.p.	element	opis
1	konstrukcja	ciężar własny
2	węzeł 5	siła skupiona $F = 37,50$ kN; kąt nachylenia 0,0st.
3	węzły 3, 4	siła skupiona $F = 69,82$ kN; kąt nachylenia 0,0st.
4	węzeł 2	siła skupiona $F = 46,56$ kN; kąt nachylenia 0,0st.

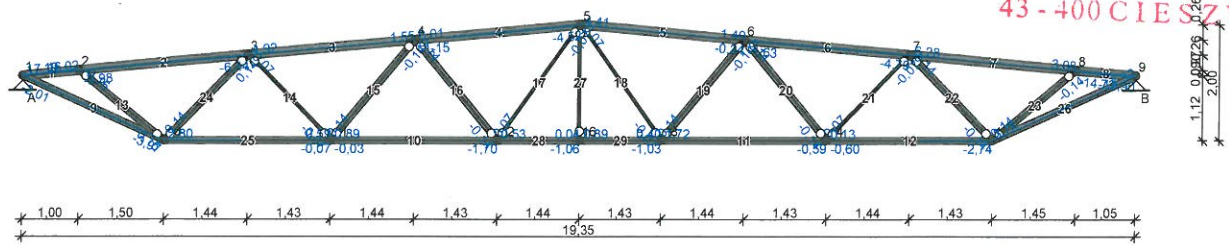
WYNIKI:

Obwiednia sił wewnętrznych

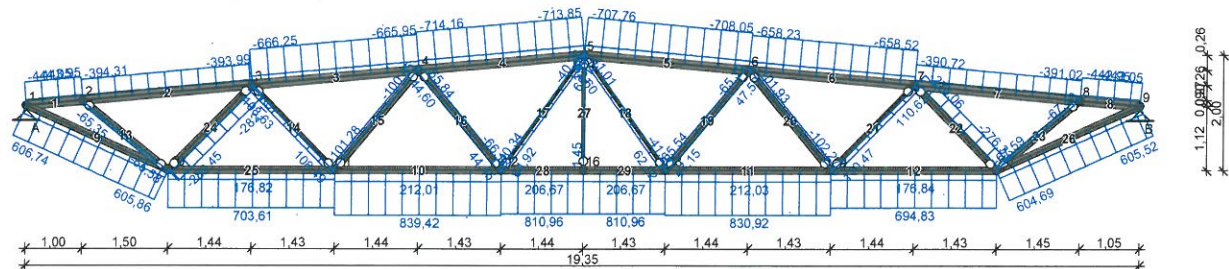
Obwiednia momentów zginających:



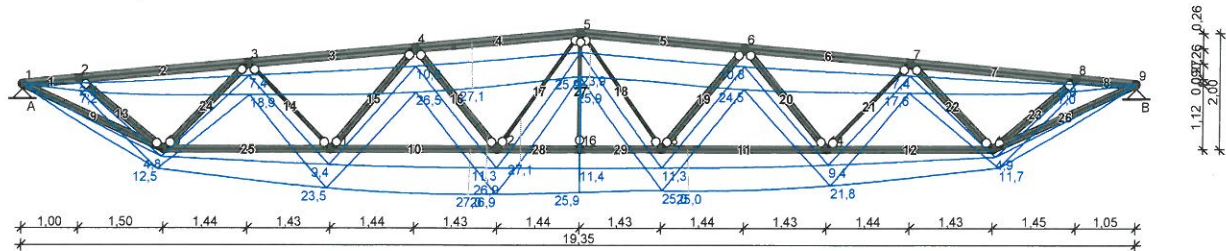
Obwiednia sił tnących:



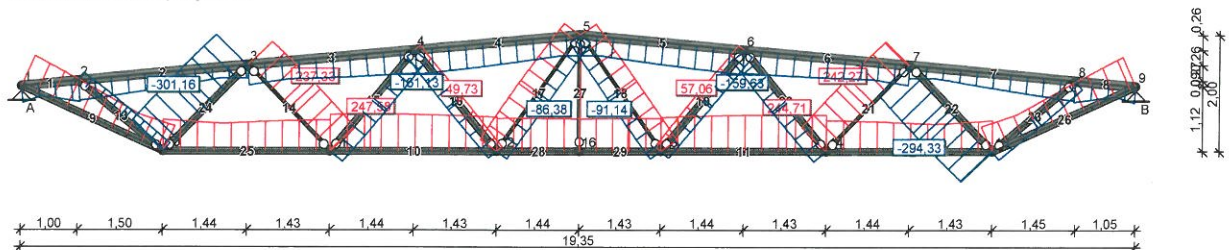
Obwiednia sił osiowych:



Obwiednia przemieszczeń:



Obwiednia naprężeń:



Ekstremalne reakcje podporowe:

węzeł (podpora)	R_y [kN]	R_x [kN]	M [kNm]	kombinacja SGN
1 (A)	303,16	-113,81	--	K5: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P2
	76,20	-29,57	--	K1: 1,0·P1
9 (B)	299,49	113,31	--	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
	76,18	29,57	--	K1: 1,0·P1
	290,84	113,81	--	K5: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P2

Ekstremalne siły wewnętrzne:

pręt	x [m]	M [kNm]	N [kN]	T [kN]	kombinacja SGN
1	1,00	10,94	-443,95	16,02	K5: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P2
	0,00	-5,73	-444,05	17,19	K5: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P2
2	0,00	10,94	-394,31	-2,98	K5: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P2
	2,95	-2,96	-393,99	-6,44	K5: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P2
3	2,88	6,36	-665,95	1,55	K5: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P2
	0,00	-2,96	-666,25	4,92	K5: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P2
4	0,00	6,36	-714,16	-1,15	K5: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P2
	2,88	-1,80	-713,85	-4,52	K5: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P2
	0,00	1,45	-180,71	0,01	K1: 1,0·P1
5	2,88	6,29	-708,05	1,20	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
	0,00	-1,80	-705,88	4,41	K5: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P2
	2,88	2,71	-448,46	-0,24	K3: 1,0·P1+1,0·P3
6	0,00	6,29	-658,23	-1,58	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
	2,88	-2,91	-646,80	-4,79	K5: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P2
	2,88	-2,86	-658,52	-4,77	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3

7	2,89 0,00 0,00	10,68 -2,91 -2,86	-391,02 -379,12 -390,72	3,08 6,22 6,28	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3 K5: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P2 K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
8	0,00 1,05	10,68 -5,46	-442,95 -443,05	-14,73 -15,90	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3 K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
9	0,00 2,74	5,73 -2,45	606,74 605,86	-2,01 -3,97	K5: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P2 K5: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P2
10	0,69 2,87 0,00 2,87 0,00	2,56 -0,19 2,37 0,72 1,64	839,42 448,35 839,42 839,42 626,70	0,01 -1,01 0,55 -1,70 0,89	K5: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P2 K2: 1,0·P1+1,0·P2 K5: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P2 K5: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P2 K3: 1,0·P1+1,0·P3
11	2,18 0,00 0,00 2,87 0,00	2,50 -0,40 0,70 1,12 0,55	830,92 492,72 830,92 492,72 822,36	0,02 1,65 1,63 -0,59 1,72	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3 K3: 1,0·P1+1,0·P3 K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3 K3: 1,0·P1+1,0·P3 K5: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P2
12	0,00 2,87 0,00	2,34 -2,35 1,12	694,83 680,45 373,78	-0,56 -2,74 0,13	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3 K5: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P2 K3: 1,0·P1+1,0·P3
13	0,96 0,00 1,93	-0,07 0,00 0,00	-65,47 -65,58 -65,35	0,00 0,15 -0,15	K3: 1,0·P1+1,0·P3 K3: 1,0·P1+1,0·P3 K3: 1,0·P1+1,0·P3
14	1,03 0,00 2,06 0,00	0,04 0,00 0,00 0,00	54,03 108,63 53,96 54,11	0,00 0,07 -0,07 0,07	K3: 1,0·P1+1,0·P3 K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3 K3: 1,0·P1+1,0·P3 K3: 1,0·P1+1,0·P3
15	1,13 0,00 2,26 0,00	0,08 0,00 0,00 0,00	-48,98 -101,28 -97,88 -49,15	0,00 0,13 -0,14 0,14	K3: 1,0·P1+1,0·P3 K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3 K5: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P2 K3: 1,0·P1+1,0·P3
16	1,13 2,25 0,00 2,25 0,00	0,08 0,00 0,00 0,00 0,00	-66,01 -66,18 44,60 -22,63 -65,84	0,00 -0,14 0,06 -0,14 0,14	K3: 1,0·P1+1,0·P3 K3: 1,0·P1+1,0·P3 K2: 1,0·P1+1,0·P2 K5: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P2 K3: 1,0·P1+1,0·P3
17	1,23 0,00 2,46 0,00	0,04 0,00 0,00 0,00	65,02 -40,34 65,12 64,92	0,00 0,03 -0,07 0,07	K3: 1,0·P1+1,0·P3 K2: 1,0·P1+1,0·P2 K3: 1,0·P1+1,0·P3 K3: 1,0·P1+1,0·P3
18	1,23 2,46 0,00 2,46 0,00	0,04 0,00 0,00 0,00 0,00	-41,11 -41,20 62,60 10,66 -41,01	0,00 -0,07 0,03 -0,07 0,07	K3: 1,0·P1+1,0·P3 K3: 1,0·P1+1,0·P3 K2: 1,0·P1+1,0·P2 K5: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P2 K3: 1,0·P1+1,0·P3
19	1,13 0,00 2,26 0,00	0,08 0,00 0,00 0,00	-8,08 -65,54 47,50 -8,25	0,00 0,06 -0,14 0,14	K5: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P2 K2: 1,0·P1+1,0·P2 K3: 1,0·P1+1,0·P3 K5: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P2
20	1,13 2,25 2,25 0,00	0,08 0,00 0,00 0,00	-85,04 -102,27 -85,21 -84,87	0,00 -0,14 -0,14 0,14	K3: 1,0·P1+1,0·P3 K5: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P2 K3: 1,0·P1+1,0·P3 K3: 1,0·P1+1,0·P3
21	1,03 2,06 0,00	0,04 0,00 0,00	93,13 110,62 93,05	0,00 -0,07 0,07	K3: 1,0·P1+1,0·P3 K5: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P2 K3: 1,0·P1+1,0·P3
22	1,03 2,06 2,06 0,00	0,07 0,00 0,00 0,00	-271,42 -276,33 -153,50 -153,21	0,00 -0,13 -0,14 0,14	K5: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P2 K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3 K3: 1,0·P1+1,0·P3 K3: 1,0·P1+1,0·P3
23	0,94 0,00 1,89 0,00	0,07 0,00 0,00 0,00	-60,40 -67,59 -14,09 -60,52	0,00 0,06 -0,14 0,14	K5: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P2 K2: 1,0·P1+1,0·P2 K3: 1,0·P1+1,0·P3 K5: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P2
24	1,03 2,06 2,06 0,00	-0,07 0,00 0,00 0,00	-218,83 -282,45 -218,97 -282,16	0,00 -0,14 -0,14 0,14	K3: 1,0·P1+1,0·P3 K5: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P2 K3: 1,0·P1+1,0·P3 K5: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P2
25	2,87 0,00 2,87	2,37 -2,45 0,49	703,61 703,61 176,82	0,56 2,80 -0,07	K5: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P2 K5: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P2 K1: 1,0·P1
26	2,74 0,00 0,00	5,46 -2,35 -2,32	605,52 588,09 604,69	1,92 3,75 3,76	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3 K5: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P2 K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
27	0,00	0,00	1,65	0,00	K5: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P2
28	0,09 0,00 0,00 1,44	0,99 -0,19 0,72 0,27	546,80 500,17 810,96 546,80	0,00 0,53 0,34 -1,06	K3: 1,0·P1+1,0·P3 K2: 1,0·P1+1,0·P2 K5: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P2 K3: 1,0·P1+1,0·P3

29	1,43	1,15	500,17	0,40	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	1,43	-0,40	546,80	-1,03	K3: 1,0·P1+1,0·P3
	0,00	0,40	810,96	0,66	K5: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P2
	0,00	0,22	500,17	0,89	K2: 1,0·P1+1,0·P2

Ekstremalne przemieszczenia:

pręt	x [m]	v _x [mm]	v _y [mm]	kombinacja SGU
1	1,00	-0,2	-7,2	K3: 1,0·P1+1,0·P3
2	2,95	-0,8	-18,9	K3: 1,0·P1+1,0·P3
3	2,88	-1,8	-26,4	K3: 1,0·P1+1,0·P3
4	2,88	-2,7	-25,7	K3: 1,0·P1+1,0·P3
	0,98	-2,1	-27,0	K3: 1,0·P1+1,0·P3
5	0,00	2,5	-23,8	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	0,00	2,0	-25,8	K3: 1,0·P1+1,0·P3
6	0,00	1,7	-24,5	K2: 1,0·P1+1,0·P2
7	0,00	0,8	-17,6	K2: 1,0·P1+1,0·P2
8	0,00	0,2	-7,0	K2: 1,0·P1+1,0·P2
9	2,74	1,3	-12,5	K3: 1,0·P1+1,0·P3
10	0,00	-2,4	-23,3	K3: 1,0·P1+1,0·P3
	2,47	-1,0	-27,0	K3: 1,0·P1+1,0·P3
11	2,87	2,3	-21,7	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	0,40	0,9	-25,0	K2: 1,0·P1+1,0·P2
12	2,87	3,7	-11,1	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	0,00	2,3	-21,7	K2: 1,0·P1+1,0·P2
13	1,93	-4,9	5,4	K3: 1,0·P1+1,0·P3
	0,00	-4,4	11,7	K3: 1,0·P1+1,0·P3
14	2,06	15,1	-18,0	K3: 1,0·P1+1,0·P3
15	2,26	-20,0	-17,3	K3: 1,0·P1+1,0·P3
16	0,00	20,8	-16,3	K3: 1,0·P1+1,0·P3
	2,25	20,3	-17,7	K3: 1,0·P1+1,0·P3
17	0,00	-22,3	-15,1	K3: 1,0·P1+1,0·P3
	1,13	-21,8	-15,9	K3: 1,0·P1+1,0·P3
18	0,00	20,8	-15,3	K3: 1,0·P1+1,0·P3
	0,69	20,7	-15,5	K3: 1,0·P1+1,0·P3
19	2,26	-19,3	-15,2	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	0,00	-18,8	-16,5	K2: 1,0·P1+1,0·P2
20	0,00	18,6	-16,0	K2: 1,0·P1+1,0·P2
21	0,00	-14,0	-16,8	K2: 1,0·P1+1,0·P2
22	0,00	12,1	-12,8	K2: 1,0·P1+1,0·P2
23	1,89	-4,8	-5,2	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	0,00	-4,3	-10,9	K2: 1,0·P1+1,0·P2
24	0,00	12,9	13,8	K3: 1,0·P1+1,0·P3
25	0,00	-3,9	-11,9	K3: 1,0·P1+1,0·P3
	2,87	-2,4	-23,3	K3: 1,0·P1+1,0·P3
26	0,00	-1,2	-11,7	K2: 1,0·P1+1,0·P2
27	2,00	25,9	0,0	K3: 1,0·P1+1,0·P3
	0,00	23,9	0,3	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	0,00	25,9	-0,3	K3: 1,0·P1+1,0·P3
28	0,00	-0,8	-26,9	K3: 1,0·P1+1,0·P3
29	1,43	0,7	-24,3	K3: 1,0·P1+1,0·P3
	0,00	0,0	-25,9	K3: 1,0·P1+1,0·P3

Naprężenia ekstremalne:

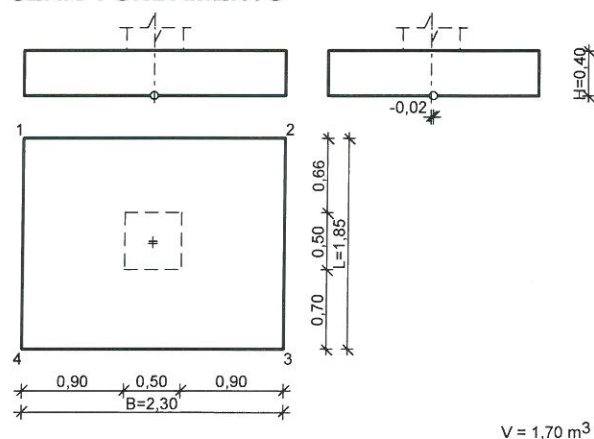
pręt	x [m]	σ _{max} [MPa]	σ _{min} [MPa]	kombinacja SGN
1	1,00 m	--	-140,46	K5: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P2
2	0,00 m	--	-131,81	K5: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P2
3	2,88 m	--	-152,73	K5: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P2
4	0,00 m	--	-161,13	K5: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P2
5	2,88 m	--	-159,63	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
6	0,00 m	--	-150,95	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
7	2,89 m	--	-129,74	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
8	0,00 m	--	-138,79	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
9	0,00 m	221,14	--	K5: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P2
10	0,69 m	247,58	--	K5: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P2
11	2,18 m	244,71	--	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
12	0,00 m	207,32	--	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
13	0,96 m	--	-75,09	K3: 1,0·P1+1,0·P3
14	1,03 m	237,33	--	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
15	1,13 m	--	-112,65	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
16	1,13 m	49,73	--	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	1,13 m	--	-76,45	K3: 1,0·P1+1,0·P3
17	1,23 m	149,73	--	K3: 1,0·P1+1,0·P3
	1,23 m	--	-86,38	K2: 1,0·P1+1,0·P2
18	1,23 m	136,50	--	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	1,23 m	--	-91,14	K3: 1,0·P1+1,0·P3
19	1,13 m	57,06	--	K3: 1,0·P1+1,0·P3

	1,13 m	--	-71,58	K2: 1,0·P1+1,0·P2
20	1,13 m	--	-114,04	K5: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P2
21	1,03 m	242,27	--	K5: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P2
22	1,03 m	--	-294,33	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
23	0,94 m	--	-74,64	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
24	1,03 m	--	-301,16	K5: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P2
25	0,00 m	210,87	--	K5: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P2
26	2,74 m	217,86	--	K4: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P3
27	0,00 m	3,43	--	K5: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P2
28	0,43 m	220,95	--	K5: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P2
29	0,86 m	219,70	--	K5: 1,0·P1+1,0·P3+0,90·P2

Przyjęto wzmocnienie pasa dolnego z **dwóch kątowników nierównoramiennych L 120x80x10** jak w pozostałych wiązarach blachą 160 x 6 mm $a_p = 10$ mm, połączoną przerwami co 900 mm (wg PN-81/H-93402)

Poz. 4.19. Stopy pod słupami środkowymi C

SZKIC FUNDAMENTU



GEOMETRIA FUNDAMENTU

Wymiary fundamentu :

Typ: **stopa prostopadłościenna**

$B = 2,30$ m $L = 1,85$ m $H = 0,40$ m

$B_s = 0,50$ m $L_s = 0,50$ m $e_B = 0,00$ m $e_L = -0,02$ m

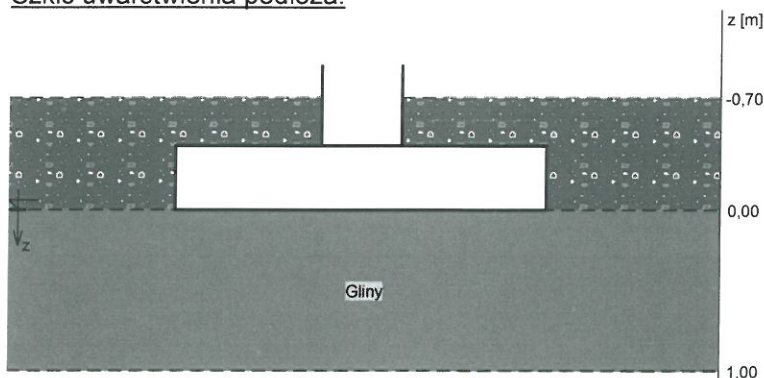
Posadowienie fundamentu:

$D = 0,70$ m $D_{min} = 0,70$ m

Brak wody gruntowej w zasypce

OPIS PODŁOŻA

Szkic uwarstwienia podłoża:



Zestawienie warstw podłoża

N	nazwa gruntu	h [m]	nawodni ona	$\rho_o^{(n)}$ [t/m³]	$\gamma_{f,min}$	$\gamma_{f,max}$	$\phi_u^{(r)}$ [°]	$c_u^{(r)}$ [kPa]	M_0 [kPa]	M [kPa]
1	Gliny	1,00	nie	2,05	0,90	1,10	17,82	31,58	36039	40039

Napężenie dopuszczalne dla podłoża σ_{dop} [kPa] = 180,0 kPa

STAROSTWO POWIATOWE
w CIESZYNIE
ul. Bobrecka 29
43 - 400 CIESZYN

OBciążENIA FUNDAMENTU

Kombinacje obciążeń obliczeniowych:

N r	typ obc.	N [kN]	T _B [kN]	M _B [kNm]	T _L [kN]	M _L [kNm]	e [kPa]	Δe [kPa/m]
1	długotrwałe	640,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

DANE MATERIAŁOWE

Zasyпка:

Ciężar objętościowy: 20,0 kN/m³

Współczynniki obciążenia: $\gamma_{f,min} = 0,90$; $\gamma_{f,max} = 1,20$

Parametry betonu:

Klasa betonu: **B25** (C20/25) → $f_{cd} = 13,33$ MPa, $f_{ctd} = 1,00$ MPa, $E_{cm} = 30,0$ GPa

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

Maksymalny rozmiar kruszywa $d_g = 16$ mm

Współczynniki obciążenia: $\gamma_{f,min} = 0,90$; $\gamma_{f,max} = 1,10$

Zbrojenie:

Klasa stali: A-IIIN (**RB500**) → $f_{yk} = 500$ MPa, $f_{yd} = 420$ MPa, $f_{tk} = 550$ MPa

Średnica prętów wzdłuż boku B $\phi_B = 12$ mm

Średnica prętów wzdłuż boku L $\phi_L = 12$ mm

Maksymalny rozstaw prętów $\phi_L = 20,0$ cm

Otulinie:

Nominalna grubość otulenia na podstawie fundamentu $c_{nom} = 50$ mm

Nominalna grubość otulenia na bocznych powierzchniach $c_{nom,b} = 25$ mm

ZAŁOŻENIA

Współczynniki korekcyjne oporu granicznego podłoża:

- dla nośności pionowej $m = 0,81$
- dla stateczności fundamentu na przesunięcie $m = 0,72$
- dla stateczności na obrót $m = 0,72$

Współczynnik kształtu przy wpływie zagłębienia na nośność podłoża: $\beta = 1,50$

Współczynnik tarcia gruntu o podstawę fundamentu: $f = 0,50$

Współczynniki redukcji spójności:

- przy sprawdzaniu przesunięcia: 0,50
- przy korekcie nachylenia wypadkowej obciążenia: 1,00

Czas trwania robót: do 1 roku ($\lambda = 0,00$)

Stosunek wartości obc. obliczeniowych N do wartości obc. charakterystycznych N_k $N/N_k = 1,20$

WYNIKI-PROJEKTOWANIE

WARUNKI STANÓW GRANICZNYCH PODŁOŻA wg PN-81/B-03020

Nośność pionowa podłoża:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Decyduje nośność w poziomie: **posadowienia fundamentu**

Obliczeniowy opór graniczny podłoża $Q_{fNB} = 2845,3$ kN, $Q_{fNL} = 2815,7$ kN

$N_r = 713,8$ kN < $m \cdot Q_{fN} = 0,81 \cdot 2815,7$ kN = 2280,7 kN (31,3%)

Nośność (stateczność) podłoża z uwagi na przesunięcie poziome:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Decyduje nośność w poziomie: **posadowienia fundamentu**

Obliczeniowy opór graniczny podłoża $Q_{fT} = 290,4$ kN

$T_r = 0,0$ kN < $m \cdot Q_{fT} = 0,72 \cdot 290,4$ kN = 209,1 kN (0,0%)

Obciążenie jednostkowe podłoża:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Napężenie maksymalne $\sigma_{max} = 177,5$ kPa

$\sigma_{max} = 177,5$ kPa < $\sigma_{dop} = 180,0$ kPa (98,6%)

Stateczność fundamentu na obrót:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Decyduje moment wywracający $M_{oB,2-3} = 0,00$ kNm,

moment utrzymujący $M_{uB,2-3} = 803,15 \text{ kNm}$
 $M_o = 0,00 \text{ kNm} < m \cdot M_u = 0,72 \cdot 803,1 \text{ kNm} = 578,3 \text{ kNm} \quad (0,0\%)$

Osiadanie:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Osiadanie pierwotne $s' = 0,50 \text{ cm}$, wtórne $s'' = 0,00 \text{ cm}$, całkowite $s = 0,50 \text{ cm}$
 $s = 0,50 \text{ cm} < s_{dop} = 1,00 \text{ cm} \quad (49,7\%)$

OBLICZENIA WYTRZYMAŁOŚCIOWE FUNDAMENTU wg PN-B-03264:2002

Nośność na przebicie:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Pole powierzchni wielokąta $A = 0,93 \text{ m}^2$

Siła przebijająca $N_{sd} = (g+q)_{max} \cdot A = 164,3 \text{ kN}$

Nośność na przebicie $N_{Rd} = 283,2 \text{ kN}$

$N_{sd} = 164,3 \text{ kN} < N_{Rd} = 283,2 \text{ kN} \quad (58,0\%)$

Wymiarowanie zbrojenia:

Wzdłuż boku B:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Zbrojenie potrzebne $A_s = 12,21 \text{ cm}^2$

Przyjęto konstrukcyjnie **11 prętów $\phi 12 \text{ mm}$** o $A_s = 12,44 \text{ cm}^2$

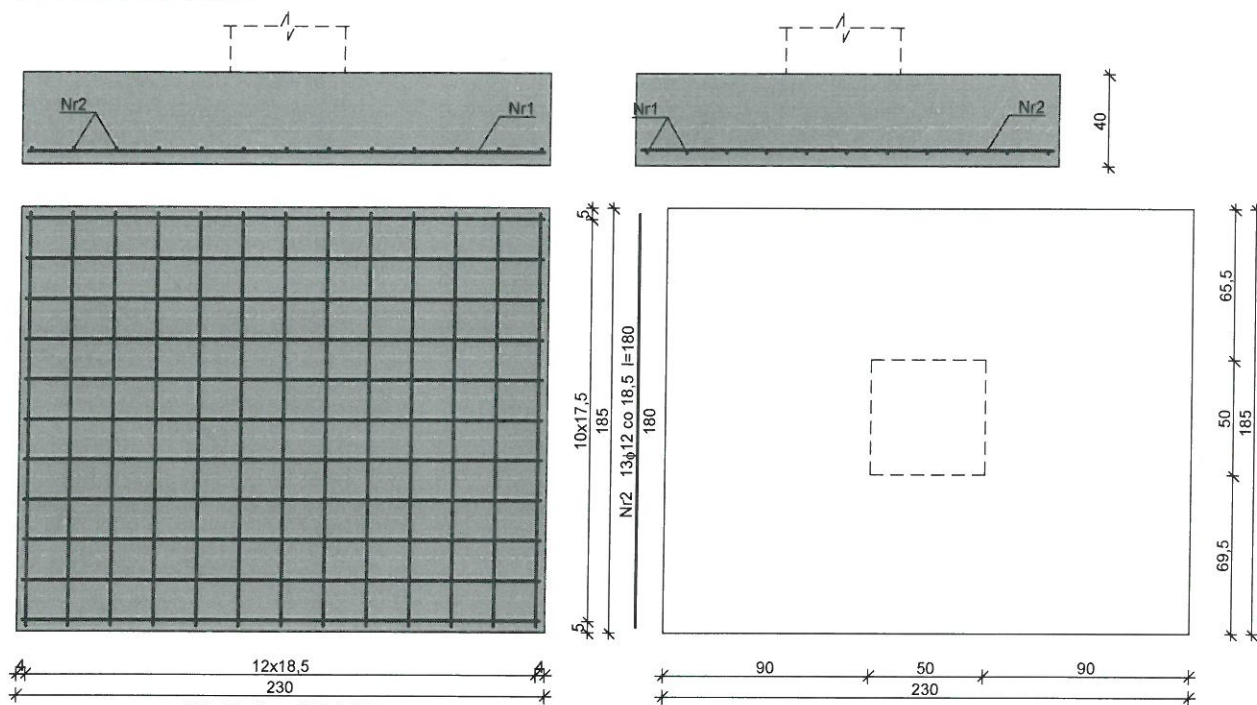
Wzdłuż boku L:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Zbrojenie potrzebne $A_s = 8,87 \text{ cm}^2$

Przyjęto konstrukcyjnie **13 prętów $\phi 12 \text{ mm}$** o $A_s = 14,70 \text{ cm}^2$

SZKIC ZBROJENIA

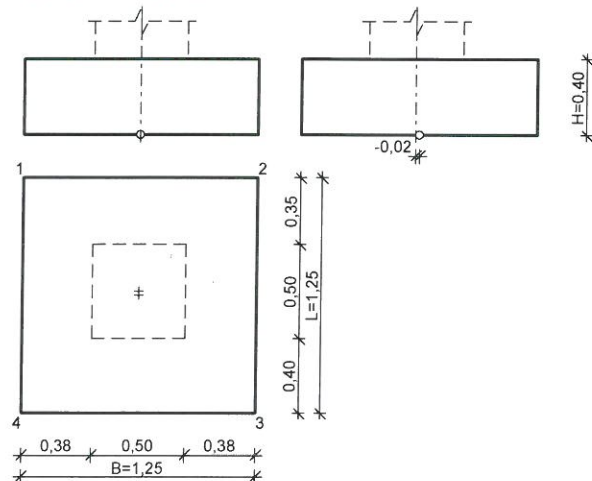


WYKAZ ZBROJENIA

Nr pręta	Średnica [mm]	Długość [cm]	Liczba [szt.]	Długość całkowita [m]
				RB500
				φ12
dla 1 stopy				
1	12	225	11	24,75
2	12	180	13	23,40
Długość całkowita wg średnic				[m] 48,2
Masa 1mb pręta				[kg/mb] 0,888
Masa prętów wg średnic				[kg] 42,8
Masa prętów wg gatunków stali				[kg] 42,8
Masa całkowita				[kg] 43

UWAGA: Długość pręta jest długością obliczoną na podstawie wymiarów w osi pręta (metoda B wg PN-EN ISO 3766:2006)

SZKIC FUNDAMENTU



$$V = 0,63 \text{ m}^3$$

GEOMETRIA FUNDAMENTU

Wymiary fundamentu :

Typ: stopa prostokątnościenna

$B = 1,25 \text{ m}$ $L = 1,25 \text{ m}$ $H = 0,40 \text{ m}$

$B_s = 0,50 \text{ m}$ $L_s = 0,50 \text{ m}$ $e_B = 0,00 \text{ m}$ $e_L = -0,02 \text{ m}$

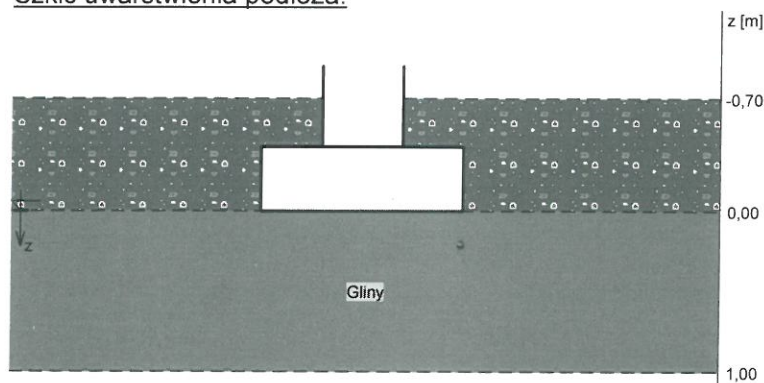
Posadowienie fundamentu:

$D = 0,70 \text{ m}$ $D_{\min} = 0,70 \text{ m}$

Brak wody gruntowej w zasypce

OPIS PODŁOŻA

Szkic uwarstwienia podłoża:



Zestawienie warstw podłoża

N	nazwa gruntu	h [m]	nawodni ona	$\rho_o^{(n)}$ [t/m ³]	$\gamma_{f,\min}$	$\gamma_{f,\max}$	$\phi_u^{(i)}$ [°]	$c_u^{(i)}$ [kPa]	M_0 [kPa]	M [kPa]
1	Gliny	1,00	nie	2,05	0,90	1,10	17,82	31,58	36039	40039

Napężenie dopuszczalne dla podłoża σ_{dop} [kPa] = 180,0 kPa

OBCIĄŻENIA FUNDAMENTU

Kombinacje obciążeń obliczeniowych:

N	typ obc.	N [kN]	T_B [kN]	M_B [kNm]	T_L [kN]	M_L [kNm]	e [kPa]	Δe [kPa/m]
1	długotrwałe	230,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

DANE MATERIAŁOWE

Zasypka:

Ciężar objętościowy: 20,0 kN/m³

Współczynniki obciążenia: $\gamma_{f,min} = 0,90$; $\gamma_{f,max} = 1,20$

Parametry betonu:

Klasa betonu: **B25** (C20/25) $\rightarrow f_{cd} = 13,33 \text{ MPa}$, $f_{ctd} = 1,00 \text{ MPa}$, $E_{cm} = 30,0 \text{ GPa}$

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

Maksymalny rozmiar kruszywa $d_g = 16 \text{ mm}$

Współczynniki obciążenia: $\gamma_{f,min} = 0,90$; $\gamma_{f,max} = 1,10$

Zbrojenie:

Klasa stali: A-IIIIN (**RB500**) $\rightarrow f_{yk} = 500 \text{ MPa}$, $f_{yd} = 420 \text{ MPa}$, $f_{tk} = 550 \text{ MPa}$

Średnica prętów wzdłuż boku B $\phi_B = 12 \text{ mm}$

Średnica prętów wzdłuż boku L $\phi_L = 12 \text{ mm}$

Maksymalny rozstaw prętów $\phi_L = 20,0 \text{ cm}$

Otulenie:

Nominalna grubość otulenia na podstawie fundamentu $c_{nom} = 50 \text{ mm}$

Nominalna grubość otulenia na bocznych powierzchniach $c_{nom,b} = 25 \text{ mm}$

ZAŁOŻENIA

Współczynniki korekcyjne oporu granicznego podłoża:

- dla nośności pionowej $m = 0,81$
- dla stateczności fundamentu na przesunięcie $m = 0,72$
- dla stateczności na obrót $m = 0,72$

Współczynnik kształtu przy wpływie zagłębienia na nośność podłoża: $\beta = 1,50$

Współczynnik tarcia gruntu o podstawę fundamentu: $f = 0,50$

Współczynniki redukcji spójności:

- przy sprawdzaniu przesunięcia: $0,50$
- przy korekcie nachylenia wypadkowej obciążenia: $1,00$

Czas trwania robót: do 1 roku ($\lambda = 0,00$)

Stosunek wartości obc. obliczeniowych N do wartości obc. charakterystycznych N_k $N/N_k = 1,20$

WYNIKI-PROJEKTOWANIE

WARUNKI STANÓW GRANICZNYCH PODŁOŻA wg PN-81/B-03020

Nośność pionowa podłoża:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Decyduje nośność w poziomie: **posadowienia fundamentu**

Obliczeniowy opór graniczny podłoża $Q_{fNB} = 1071,3 \text{ kN}$, $Q_{fNL} = 1070,6 \text{ kN}$

$N_r = 255,9 \text{ kN} < m \cdot Q_{fN} = 0,81 \cdot 1070,6 \text{ kN} = 867,2 \text{ kN}$ (29,5%)

Nośność (stateczność) podłoża z uwagi na przesunięcie poziome:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Decyduje nośność w poziomie: **posadowienia fundamentu**

Obliczeniowy opór graniczny podłoża $Q_{fT} = 104,5 \text{ kN}$

$T_r = 0,0 \text{ kN} < m \cdot Q_{fT} = 0,72 \cdot 104,5 \text{ kN} = 75,3 \text{ kN}$ (0,0%)

Obciążenie jednostkowe podłoża:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Naprężenie maksymalne $\sigma_{max} = 177,8 \text{ kPa}$

$\sigma_{max} = 177,8 \text{ kPa} < \sigma_{dop} = 180,0 \text{ kPa}$ (98,8%)

Stateczność fundamentu na obrót:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Decyduje moment wywracający $M_{oB,2-3} = 0,00 \text{ kNm}$,

moment utrzymujący $M_{uB,2-3} = 156,62 \text{ kNm}$

$M_o = 0,00 \text{ kNm} < m \cdot M_u = 0,72 \cdot 156,6 \text{ kNm} = 112,8 \text{ kNm}$ (0,0%)

Osiadanie:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Osiadanie pierwotne $s' = 0,30 \text{ cm}$, wtórne $s'' = 0,00 \text{ cm}$, całkowite $s = 0,30 \text{ cm}$

$s = 0,30 \text{ cm} < s_{dop} = 1,00 \text{ cm}$ (30,3%)

OBLICZENIA WYTRZYMAŁOŚCIOWE FUNDAMENTU wg PN-B-03264:2002

Nośność na przebicie:

dla fundamentu o zadanych wymiarach nie trzeba sprawdzać nośności na przebicie

Wymiarowanie zbrojenia:

Wzdłuż boku B:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Zbrojenie potrzebne $A_s = 1,76 \text{ cm}^2$

Przyjęto konstrukcyjnie **7 prętów $\phi 12 \text{ mm}$** o $A_s = 7,92 \text{ cm}^2$

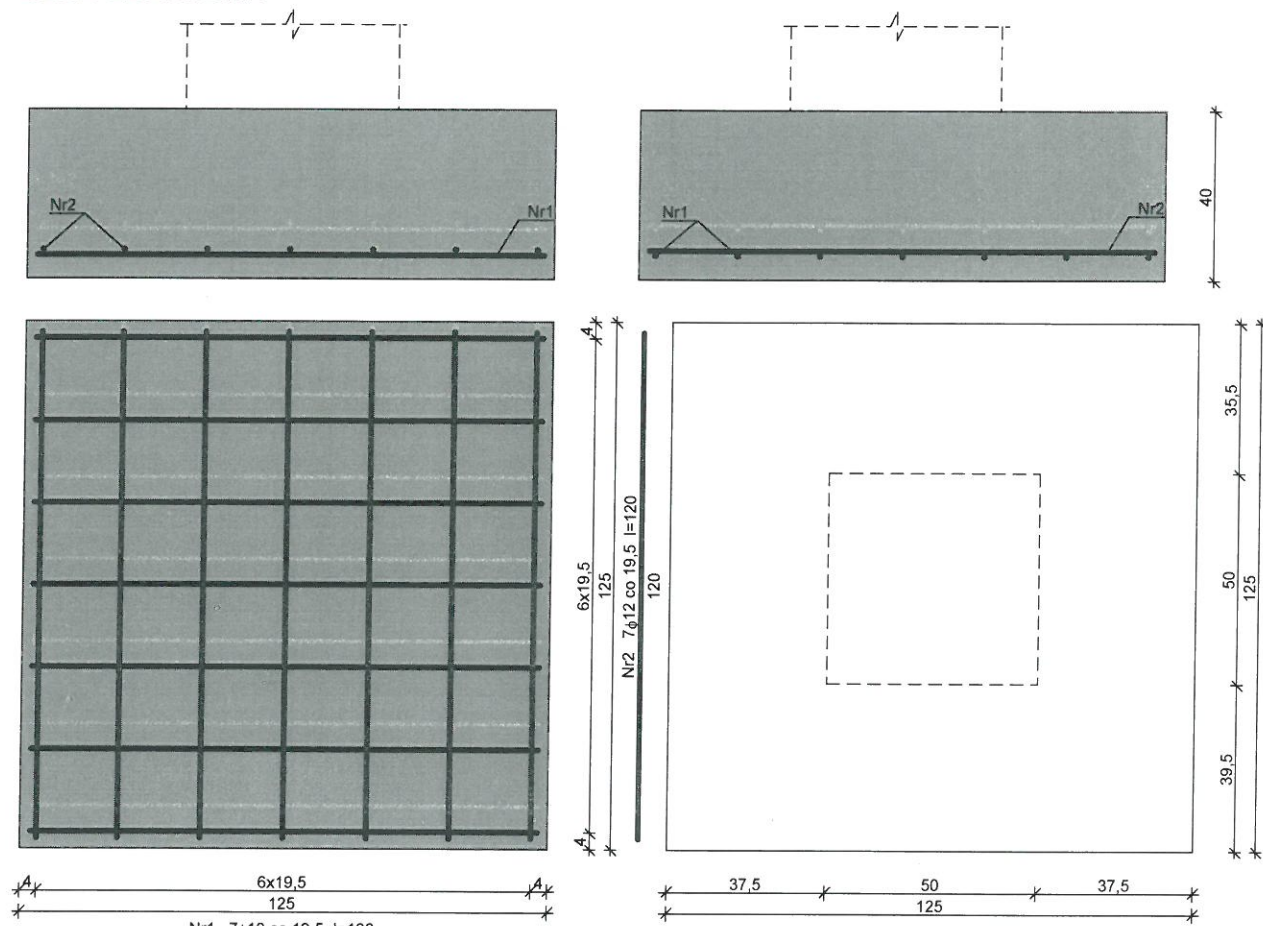
Wzdłuż boku L:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Zbrojenie potrzebne $A_s = 1,73 \text{ cm}^2$

Przyjęto konstrukcyjnie **7 prętów $\phi 12 \text{ mm}$** o $A_s = 7,92 \text{ cm}^2$

SZKIC ZBROJENIA

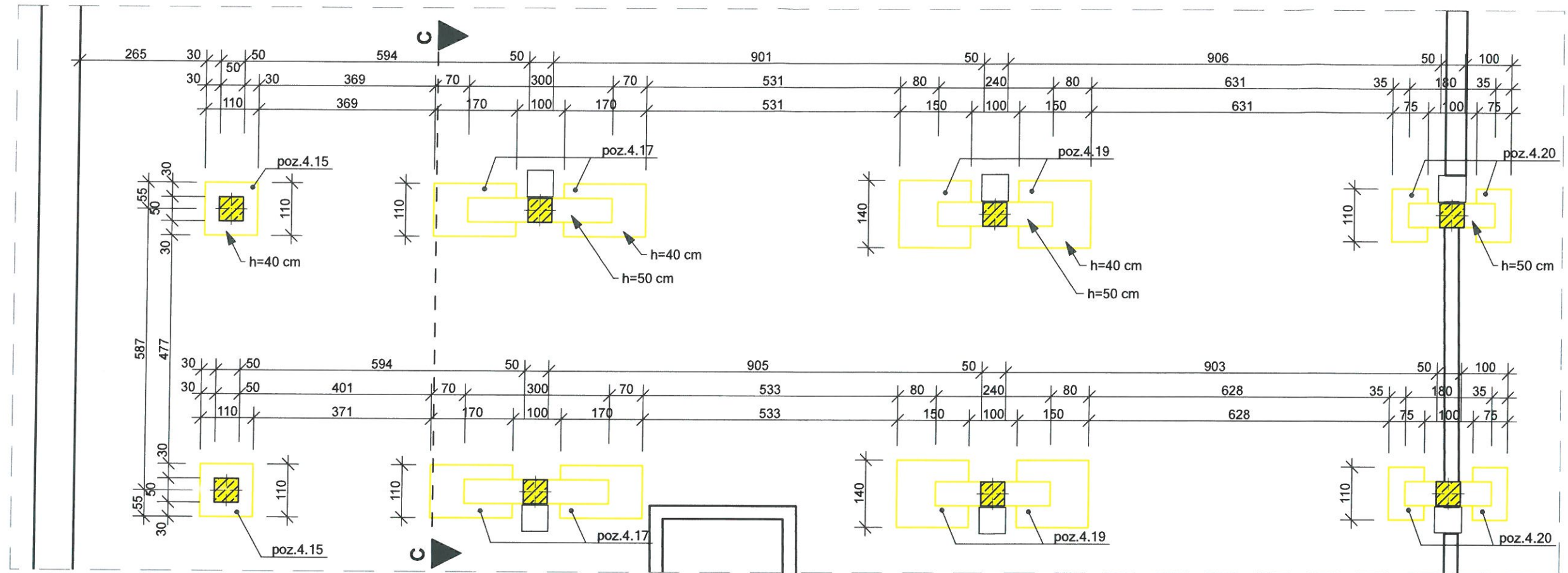


WYKAZ ZBROJENIA

Nr pręta	Średnica [mm]	Długość [cm]	Liczba [szt.]	Długość całkowita [m]
				RB500
				φ12
dla 1 stopy				
1	12	120	7	8,40
2	12	120	7	8,40
Długość całkowita wg średnic				[m] 16,9
Masa 1mb pręta				[kg/mb] 0,888
Masa prętów wg średnic				[kg] 15,0
Masa prętów wg gatunków stali				[kg] 15,0
Masa całkowita				[kg] 15

UWAGA: Długość pręta jest długością obliczoną na podstawie wymiarów w osi pręta (metoda B wg PN-EN ISO 3766:2006)


Inż. Włodzimierz Głowinkowski
Rzeczoznawca Budowlany Nr RZE /X/ 104/04
Uprawnienia do projektowania nr 48/75 BB
Uprawnienia wykonawcze nr 643/74/Kt
ul. J. Wantuły 48, 43-450 Ustroń



LEGENDA:



- Projektowane stopy fundamentowe

Beton B25, Rb=13,33 MPa
Stal A - III N (Rb=500)
Stal A - 0 St0S

OBIEKT: PROJEKT BUDOWLANY PRZEBUDOWY
BUDYNKU ZESPOŁU SZKÓŁ PONADGIMNAZJALNYCH UL. 3 MAJA 15,
43-450 USTROŃ - DZIAŁKA NR 5255 W RAMACH ZADANIA
TERMOMODERNIZACJA OBIEKTU ZSP.

INWESTOR: ZESPÓŁ SZKÓŁ PONADGIMNAZJALNYCH
ul. 3 MAJA 15
43-450 USTROŃ

NAZWA RYSUNKU: RZUT FUNDAMENTÓW - rozmieszczenie
projektowanych stóp fundamentowych

LISTOPAD 2016 r.

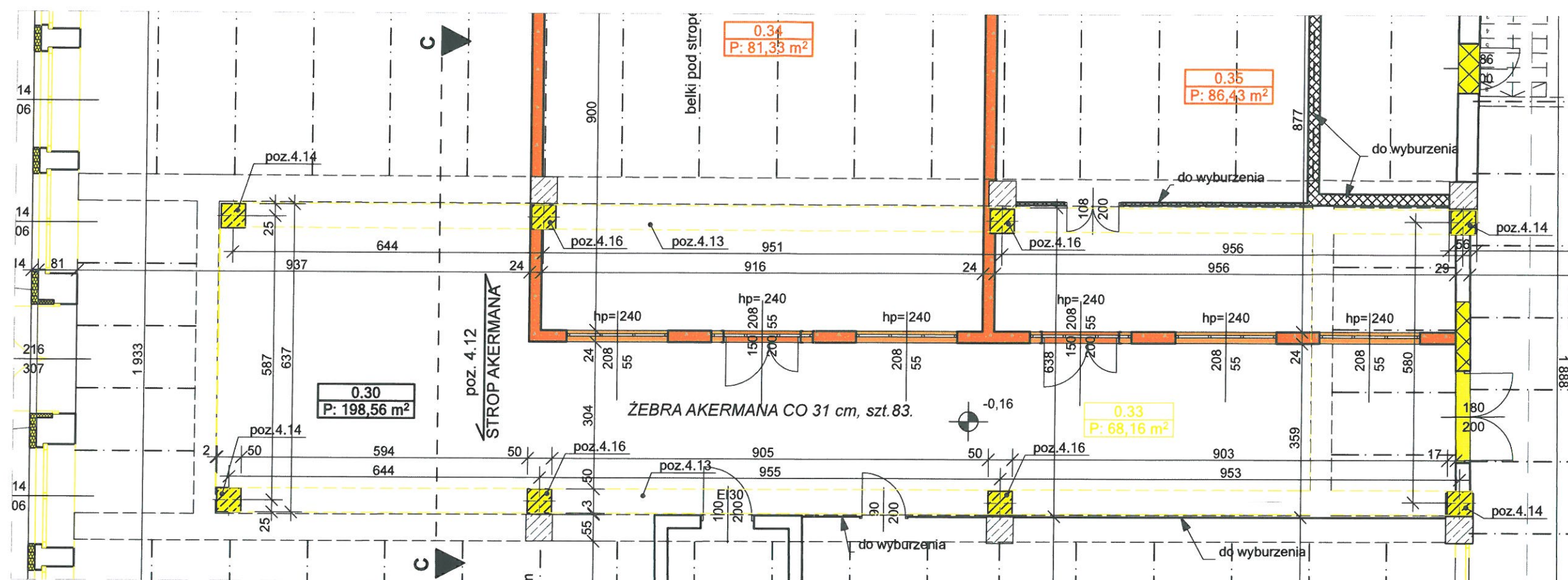
SKALA: 1 : 100

AUTOR KONSTRUKCJI:
inż. W. GŁOWINKOWSKI

PODPIS:
inż. Włodzimierz Głowinkowski
Rzeczoznawca Budowlany nr RZE/00104/04
Uprawnienia do projektowania nr 4375 BB
Uprawnienia wykonywania nr 643074/Kt
ul. J. Wandy 48, 43-450 Ustroń

BRANŻA KONSTRUKCYJNA

RYS. NR: 1K.



LEGENDA:

-  - projektowane замуrowania
-  - projektowane słupy żelbetowe
-  - projektowane podciągi żelbetowe
-  - część projektowana wg odrębnego opracowania

OBIĘKT: PROJEKT BUDOWLANY PRZEBUDOWY
BUDYNKU ZESPOŁU SZKÓŁ PONADGIMNAZJALNYCH UL. 3 MAJA 15,
43-450 USTRÓŃ - DZIAŁKA NR 5255 W RAMACH ZADANIA
TERMOMODERNIZACJA OBIĘKTU ZSP.

INWESTOR: ZESPÓŁ SZKÓŁ PONADGIMNAZJALNYCH
ul. 3 MAJA 15
43-450 USTRÓŃ

NAZWA RYSUNKU: RZUT PARTERU - rozmieszczenie
projektowanych elementów żelbetowych

LISTOPAD 2016 r. SKALA: 1 : 100
AUTOR KONSTRUKCJI: inż. W. GŁOWINKOWSKI
inż. W. GŁOWINKOWSKI
Rzeczoznawca Budowlany Nr RZE.XV/104/04
Uprawnienie do projektowania nr 4675 BB
Uprawnienie wykonawcze nr 643/74/Kt
ul. J. Wątyły 48, 43-450 Ustrów

BRANŻA KONSTRUKCYJNA

RYS. NR: 2K.

Inż. Włodzisław Głowinkowski
Rzeczoznawca Budowlany Nr RZE /X/ 104/04
Uprawnienia do projektowania nr 48/76 BB
Uprawnienia wykonawcze nr 64374/Kt
ul. J. Wantuły 48, 48-450 Ustroń

RYS. NR: 3K.