

POZNAŃ, 03.2020

OPIS TECHNICZNY
PROJEKT BUDOWLANY BUDYNKU MIESZKALNEGO
JEDNORODZINNEGO Z DWOMA LOKALAMI MIESZKALNYMI

OBIEKT: BUDYNEK MIESZKALNY JEDNORODZINNY

ADRES: BOGDANOWO, GM. OBORNIKI DZIAŁKA
NR EWID. 58/10
WOJEWÓDZTWO WIELKOPOLSKIE

BRANŻA: KONSTRUKCJA

1.Część ogólna.

1.1 Podstawa opracowania:

- projekt branży architektonicznej z 2020r
- informacje i dane przekazane przez Zamawiającego
- opinia geotechniczna dla projektu budowy budynku wielorodzinnego nr10. sporządzonej przez biuro Geoprofil Andrzej Stube, w zespole: mgr inż. Andrzej Stube (upr. geol. MŚ nr VII-1300, V-1539), mgr inż. Adam Szymański (upr. geolog. MŚ nr VII-1844)
- mapa do celów projektowych
- normy i przepisy prawa budowlanego

Obliczenia statyczne zostały wykonane w oparciu o n/w normy:

- PN-B-02000:1982 - Obciążenia budowli - Zasady ustalania wartości
- PN-B-02001:1982- Obciążenia budowli - Obciążenia stałe
- PN-B-02003:1982- Obciążenia budowli - Obciążenia zmienne technologiczne - Podstawowe obciążenia technologiczne i montażowe
- PN-B-02004:1982- Obciążenia budowli - Obciążenia zmienne technologiczne - Obciążenia pojazdami
- PN-B-02010:1980, PN-B-02010:1980/Az1:2006- Obciążenia w obliczeniach statycznych - Obciążenie śniegiem
- PN-B-02011:1977, PN-B-02011:1977/Az1:2009- Obciążenia w obliczeniach statycznych - Obciążenie wiatrem
- PN-B-02013:1987- Obciążenie budowli - Obciążenia zmienne środowiskowe - Obciążenie oblodzeniem
- PN-B-02014:1988- Obciążenia budowli - Obciążenie gruntem
- PN-B-02015:1986- Obciążenia budowli - Obciążenia zmienne środowiskowe – Obciążenie temperaturą
- PN-B-03001:1976- Konstrukcje i podłoża budowli - Ogólne zasady obliczeń
- PN-B-03002:2007- Konstrukcje murowe - Projektowanie i obliczanie
- PN-B-03020:1981- Grunty budowlane - Posadowienie bezpośrednie budowli - Obliczenia statyczne i projektowanie
- PN-B-03150:2000
- PN-B-03150:2000/Az1:2001, PN-B-03150:2000/Az2:2003, PN-B-03150:2000/Az3:2004 - Konstrukcje drewniane - Obliczenia statyczne i projektowanie
- PN-B-03200:1990- Konstrukcje stalowe - Obliczenia statyczne i projektowanie
- PN-B-03263:2000- Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone wykonywane z kruszywowych betonów lekkich - Obliczenia statyczne i projektowanie
- PN-B-03264:2002, PN-B-03264:2002/Ap1:2004- Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone - Obliczenia statyczne i projektowanie
- PN-B-03300:2006, PN-B-03300:2006/Ap1:2008- Konstrukcje zespolone stalowo-betonowe Obliczenia statyczne i projektowanie
- PN-EN 1991-1-2:2006, PN-EN 1991-1-2:2006/AC:2009- Eurokod 1: Oddziaływania na

konstrukcje - Część 1-2: Oddziaływania ogólne - Oddziaływania na konstrukcje w warunkach pożaru

- PN-B-02852:2001- Ochrona przeciwpożarowa budynków - Obliczanie gęstości obciążenia ogniowego oraz wyznaczanie względnego czasu trwania pożaru

2. Przedmiot i zakres inwestycji.

Przedmiotem niniejszego opracowania jest budynek mieszkalny jednorodzinny, będący częścią zespołu budynków jednorodzinnych o wspólnym charakterze architektonicznym, tworzących niewielkie osiedle o charakterystycznym wystroju architektonicznym. W ramach tej inwestycji zaprojektowano powtarzalny budynek jednorodzinny z dwoma lokalami mieszkalnymi, będący przedmiotem niniejszego opracowania. Przedmiotowy obiekt to prosta konstrukcja 2-kondygnacyjna ze skośnym dachem i poddaszem nieużytkowym. Budynek sklasyfikowano jako N - niski. Komunikacja: dostęp kołowy i pieszy od strony wewnętrznych ulic osiedlowych, z wjazdem od strony północnej – na drogę gminną.

3. Ogólny opis.

Projektowany budynek to obiekt 2-kondygnacyjny, bez podpiwniczenia o rzucie zbliżonym do kwadratu. Wymiary (osiowe) dł. x szer. x wys= 10,60m x 12,27m. x 9,33m. Konstrukcja budynku tradycyjna murowana gr. 25cm z pustaków ceramicznych typu Porotherm 25 P+W (klasy 15Pa). Ściany fundamentowe gr. 25cm, murowane z bloczków betonowych (klasy 15MPa). Fundamentowanie bezpośrednie w postaci ław fundamentowych. Strop międzykondygnacyjny, gęstożebrowy typu Teriva 4,0/1 o gr. 24cm. Wieńce obwodowe żelbetowe. Schody wewnętrzne żelbetowe, płytowe, monolityczne. Konstrukcję dachu stanowią drewniane więzary kratownicowe.

Poziom $\pm 0,00$ planowanej inwestycji wg załączonego PZT

Ilość kondygnacji naziemnych:	2
Ilość kondygnacji podziemnych:	0

4. Warunki gruntowo-wodne.

Warunki gruntowo-wodne ustalono na podstawie dokumentacji geotechnicznej, wykonanej przez biuro Geoprofil Andrzej Stube, w zespole: mgr inż. Andrzej Stube (upr. geol. MŚ nr VII-1300, V-1539), mgr inż. Adam Szymański (upr. geolog. MŚ nr VII-1844)

Na podstawie przeprowadzonych badań i analiz stwierdzono, że na opisywanym terenie występują proste warunki gruntowo - wodne.

W podłożu stwierdzono grunty spoiste w postaci glin piaszczystych i piasków gliniastych w stanie twardoplastycznym, Od powierzchni zalega warstwa nasypów o grubości od 0,50 do 0,80m Warstwy nośne stanowią gliny piaszczyste ($IL = 0,2$) oraz piaski gliniaste ($IL = 0,05$)

Warunki wodne na stan styczeń 2020, określono jako korzystne dla planowanej inwestycji. Wodę gruntową w postaci lokalnych sączeń stwierdzono w południowo zachodnim narożniku planowanej inwestycji. Pozostałe sączenia są poza strefą posadowienia i znajdują się poniżej poziomu projektowanych fundamentów.

Kategoria geotechniczna budynku: 1 w prostych warunkach gruntowych

5. Opis elementów konstrukcyjnych.

5.1 Fundamenty i roboty fundamentowe:

Zaprojektowano fundamenty w postaci: ław fundamentowych o szer. 60cm oraz 80cm i wysokości 40cm

Fundamenty wykonać z betonu C25/30, zbrojone stalą A-IIIIN (B500-SP). Pod fundamentami wykonać warstwę podbetonu C8/10 o grubości min. 15cm, ew. przegłębienia wypełnić chudym betonem (C8/10). W oznaczonych na rzucie miejscach wyprowadzić wytyki dla żelbetowych trzpieni i słupów.

5.2 Roboty ziemne:

Pod powierzchnią terenu do głębokości $\sim 0,40$ p.p.t. zalega warstwa humusu i gruntów nasypowych. Projektowane fundamenty należy posadowić na gruntach nośnych w postaci

glin piaszczystych i piasków gliniastych. W razie konieczności głębokość posadowienia wyrównać warstwą podbetonu.

Z uwagi na występowanie w poziomie posadowienia gruntów spoistych zaleca się:

- **prorowadzenie robót ziemnych w sprzyjających warunkach atmosferycznych**
- **stosowanie sprzętu mechanicznego zakończyć 0,20m ponad projektowaną rzędną posadowienia, a ostatnią fazę robót wykonać bezpośrednio przed fundamentowaniem z zachowaniem szczególnej ostrożności aby nie naruszyć struktury gruntu**
- **zakaz wymiany gruntu w poziomie posadowienia, wszelkie ewentualne rozmoczone lub naruszone partie gruntu wybrać narzędziami ręcznie i zastąpić chudym betonem**
- **napływającą wodę gruntową / powierzchniową odpompowywać wyłącznie z zamontowanych studni, nie dopuszcza się odpompowywania wody bezpośrednio z wykopu**
- **wszystkie wykopy zasypać gruntem rodzimym (zabrania się wypełniania wykopów gruntami niespoistymi)**

Grunt nadaje się do fundamentowania bezpośredniego.

W załączeniu – wyniki badań geologicznych.

5.3 Ściany fundamentowe.

Wykonać jako murowane gr. 25cm z bloczków betonowych klasy 15 MPa na zaprawie cementowej klasy 10 MPa.

5.4 Ściany kondygnacji nadziemnych.

Wykonać jako murowane gr. 25cm z pustaków ceramicznych typu Porotherm 25 P+W, klasy 15MPa na zaprawie cem-wap klasy 10MPa. Lokalnie wykonać wzmocnienia w postaci trzpieni żelbetowych. Trzpień wykonywać w taki sposób, aby prawidłowo współpracowały ze ścianami – ściany przy trzpieniach wymurować przed betonowaniem trzpieni, połączenie ścian z trzpieniami- za pomocą strzepy murarskich.

5.5 Stropy pośrednie i stropodach.

Nad parterem wykonać strop gęstożebrowy gr. 24cm, typu TERIVA 4,0/1. W środku rozpiętości wykonać żebro rozdzielcze (12x24cm). Stosować siatki zbrojeniowe przypodporowe, zgodnie z wytycznymi dostawcy stropu.

Elementy wylewane na mokro wykonywać z betonu C25/30, zbroić stalą AIIIIN. Dodatkowo w grubości stropu wykonać lokalne wylewki żelbetowe monolityczne gr. 12cm.

Uwaga: przed betonowaniem stropu należy ustalić ostateczną lokalizację murowanych ścianek działowych piętra, i do ich lokalizacji dostosować układ belek stropowych

Projektowana nośność stropu ponad ciężar własny: $Q_{dop} = 4,00 \text{ kN/m}^2$

5.6 Wieńce obwodowe

Zaprojektowano wieńce obwodowe na ścianach wewnętrznych i zewnętrznych. Wieńce wykonać z betonu C 25/30, zbrojone stalą B 500SP, strzemiona ze stali St3S.

W oznaczonych na rzucie wieńcach osadzić kotwy M16 pod montaż drewnianej murłaty. Kotwy mocować w rozstawie co max. 1,50m.

5.7 Nadproża i podciągi.

Nadproża: zastosowano typowe nadproża prefabrykowane sprężane ozn. NSB o wysokości 14cm

Podciągi: zaprojektowano jako żelbetowe monolityczne, wylewane na mokro, wykonane z betonu C 25/30 i zbrojone stalą B-500SP; ze względu na układ konstrukcyjny, podciągi betonować razem ze stropem i wieńcami

5.8 Schody wewnętrzne

Zaprojektowano jako monolityczne żelbetowe płytowe o gr. 15cm, zbrojone siatką #12/15x15cm. Z uwagi na kształt i konstrukcję schodów zaleca się wyprowadzenie wytyków z podciągu przed betonowaniem stropu nad parterem.

5.9 Ścianki działowe

Murowane z pustaków ceramicznych typu Porotherm 12 P+W klasy 15MPa na zaprawie cementowej klasy 10MPa.

Uwaga: dokładną lokalizację ścianek na pięttrze należy ostatecznie ustalić przed betonowaniem stropu.

5.10 Posadzki i podłogi

Warstwy posadzek wykonać zgodnie z wytycznymi podanymi na przekrojach architektury. Jako izolację poziomą posadzki na gruncie wykonać układ warstw z wykorzystaniem mat bentonitowych.

5.11 Więźba dachowa

Więźbę dachową wykonać z prefabrykowanych wiązarów drewnianych z drewna sosnowego klasy C24, impregnowanego do stopnia NRO. Konstrukcję więźby przyjęto jako układ kratownic układanych w rozstawie co 80cm. W środku rozpiętości wykonać zestaw stężeń pionowych z desek gr. 3cm. Połączyć dach z pełnym deskowaniem z desek gr. 3cm. Wiązary mocować do murłaty za pomocą katowników i wkrętów ciesielskich, oraz dodatkowo do ściany międzylokalowej. Murłaty: 14x14cm (mocowane do wieńca ściany kolankowej za pomocą kotew M16 w rozstawie co max 150cm)

5.12 Kominy.

Kominy wentylacyjne wentylacji grawitacyjnej wykonać z pustaków ceramicznych 19x19cm, z otworami d= 14,5cm. Kominy omurować cegłą Silka .

Przejście kominów przez strop: wykonać przepusty d= 14,5cm w trakcie betonowania stropów; komin każdej kondygnacji dociążyć w ten sposób tylko strop pod daną kondygnacją.

7. Zabezpieczenie przeciwpożarowe.

Projektowany budynek zalicza się do kategorii ZL IV i zgodnie z paragrafem 213 „Warunków technicznych...” jako budynek mieszkalny jednorodzinny do 3 kondygnacji naziemnych włącznie, nie musi spełniać wymagań dotyczących klasy odporności pożarowej budynku.

Wszystkie elementy budynku są NRO.

9. Uwagi końcowe i inf. dotyczące bezpieczeństwa i higieny pracy.

W trakcie wykonywania robót należy zwrócić szczególną uwagę na zabezpieczenie placu budowy oraz przestrzeganie przepisów BHP i p-poż.

Podane nazwy handlowe materiałów budowlanych nie są wiążące, pod warunkiem zastosowania materiałów o właściwościach nie gorszych od podanych. W trakcie realizacji obiektu należy stosować materiały i wyroby posiadające obowiązujące świadectwa dopuszczalności do stosowania w budownictwie na terenie Rzeczypospolitej Polskiej lub jeśli są przedmiotem norm państwowych – zaświadczenie producenta potwierdzające zgodność z postanowieniem odpowiednich norm. Materiały wykończeniowe muszą posiadać atesty i aprobaty ITB i PZH dopuszczające je do stosowania w budownictwie.

Wszystkie roboty należy wykonywać zgodnie z „warunkami technicznymi wykonania i odbioru robót budowlano-montażowych” - Warszawa 1990r. Oraz obowiązującymi przepisami, instrukcjami producentów i sztuką budowlaną, oraz przepisami BHP i p-poż.

Wszystkie prace budowlane prowadzić pod nadzorem kierownika budowy i uprawnionego inspektora nadzoru.

Opracowanie:

mgr inż. Wojciech Bernat

upr. bud. nr WKP/0235/POOK/17

POZNAŃ, 03.2020

OBLICZENIA STATYCZNE

- Obliczenia

Przeprowadzono z użyciem programów komputerowych firmy CADSIS:

- RM-Win
- Numer klucza zabezpieczającego: 2042.

- Normy przedmiotowe

PN-82/B-02000_Obciążenia budowli. Zasady ustalania wartości.

PN-82/B-02001_Obciążenia budowli. Obciążenia stałe.

PN-82/B-02003_Obciążenia budowli. Obciążenia zmienne technologiczne.

Podstawowe obciążenia technologiczne i montażowe.

PN-82/B-02004_Obciążenia budowli. Obciążenia zmienne technologiczne. Obciążenia pojazdami.

PN-80/B-02010/Az1_Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obc. śniegiem

PN-B-02011:1977/Az1_Obciążenia w obliczeniach stat.. Obciążenie wiatrem

PN-90/B-03000_Projekty budowlane. Obliczenia statyczne.

PN-76/B-03001_Konstrukcje i podłoża budowli. Ogólne zasady obliczeń.

PN-81/B-03020_Posadowienie bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie.

PN-90/B-03200_Konstrukcje stalowe. Obliczenia statyczne i projektowanie.

PN-B-03264:2002_Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone. Obliczenia statyczne i projektowanie.

- Obciążenia wg PN

pomieszczenia mieszkalne	1,5 kN/m ²
klatki schodowe	3,0 kN/m ²
obciążeniem śniegiem – 2 strefa	0,9 kN/m ²

- Przyjęte materiały budowlane

beton:	klasy C 25/30
stal zbrojeniowa	A-III N (B-500SP)
drewno	sosnowe klasy C24

Opracowanie:

mgr inż. Wojciech Bernat

upr. nr WKP/0235/POOK/17

POZ.LF1_ŁAWA FUNDAMENTOWA

Zebranie obciążeń dla ławy fundamentowej w osi „7”

stałe:

– ściana fundamentowa	25 kN/m ³ x 1,20m=	7,50 kN/m
– ściana porotherm	2,21 kN/m ² x 5,86m=	12,95 kN/m
– strop Teriva	2,70 kN/m ² x 2,52m=	6,80 kN/m
– posadzki	1,20 kN/m ² x 2,52m=	3,02 kN/m ²
– zast. od ścian działowych	1,25 kN/m ² x 2,52m=	3,15 kN/m
– dach		7,40 kN/m

$$\text{razem: } q_{ch} = \frac{40,82 \text{ kN/m}}{y=1,35}$$

$$q_{obl} = 55 \text{ kN/m}$$

DANE OGÓLNE PROJEKTU

1. Metryka projektu

Projekt: ,

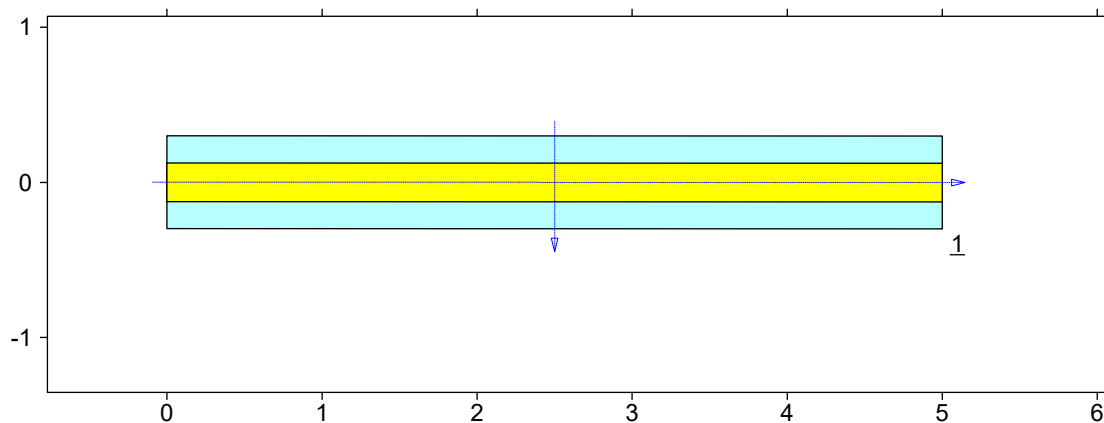
Pozycja:

Projektant: ,

Komentarz:

Data ostatniej aktualizacji danych: 17.03.2020

Poziom odniesienia: P₀ = +0,00 m npm.



2. Fundamenty

Liczba fundamentów: 1

2.1. Fundament nr 1

Klasa fundamentu: **ława**,

Typ konstrukcji: **ściana**,

Położenie fundamentu względem układu globalnego:

Wymiary podstawy fundamentu: B = 0,60 m, L = 5,00 m,

Współrzędne końców osi fundamentu:

x_{0f} = 0,00 m, y_{0f} = 0,00 m,

x_{1f} = 5,00 m, y_{1f} = 0,00 m,

Kąt obrotu układu lokalnego względem globalnego: $\phi = 270,00^\circ$.

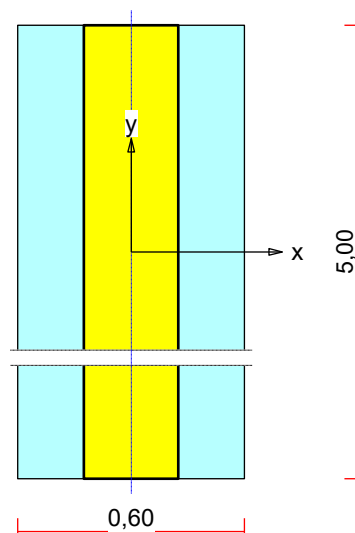
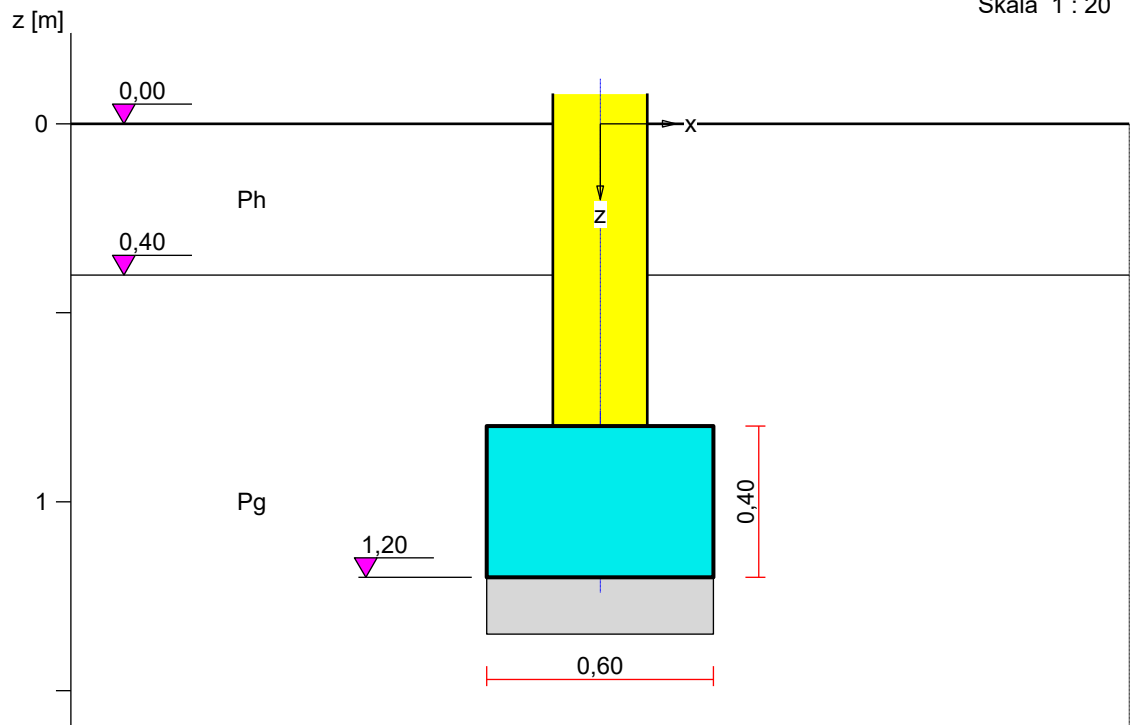
3. Wykopy

Liczba wykopów: 0

FUNDAMENT 1. ŁAWA

Nazwa fundamentu: ława

Skala 1 : 20



1. Podłoże gruntowe

1.1. Teren

Istniejący względny poziom terenu: $z_t = 0,00$ m,

Projektowany względny poziom terenu: $z_{tp} = 0,00$ m.

1.2. Warstwy gruntu

Lp.	Poziom stropu	Grubość warstwy	Nazwa gruntu	Poz. wody grunt.
	[m]	[m]		[m]
1	0,00	0,40	Piasek próchniczny	brak wody
2	0,40	nieokreśl.	Piasek gliniasty	brak wody

1.3. Parametry geotechniczne występujących gruntów

Symbol gruntu	I_D	I_L	ρ	stopień wilgotn.	c_u	Φ_u	M_0	M
	[–]	[–]	[t/m ³]		[kPa]	[°]	[kPa]	[kPa]
Ph	0,50		1,55	m.wilg.	0,00	30,4	61908	77385
Pg		0,20	2,15		31,50	18,3	36933	49244

2. Konstrukcja na fundamencie

Typ konstrukcji: **ściana**

Szerokość: $b = 0,25$ m, długość: $l = 5,00$ m,

Współrzędne końców osi ściany:

$x_1 = 0,00$ m, $y_1 = 0,00$ m, $x_2 = 5,00$ m, $y_2 = 0,00$ m,

Kąt obrotu układu lokalnego względem globalnego: $\phi = 269,98^\circ$.

3. Warstwa wyrównawcza pod fundamentem

Grubość: $h = 0,15$ m,

Charakterystyczny ciężar objętościowy: $\gamma_{ww \text{ char}} = 22,00$ kN/m³.

4. Obciążenie od konstrukcji

Względny poziom przyłożenia obciążenia: $z_{obc} = 0,80$ m.

Lista obciążeń:

Lp	Rodzaj	N	Hx	My	γ
	obciążenia*	[kN/m]	[kN/m]	[kNm/m]	[–]
1	D	55,0	0,0	0,00	1,20

* D – obciążenia stałe, zmienne długotrwałe,

D+K - obciążenia stałe, zmienne długotrwałe i krótkotrwałe.

5. Materiał

Rodzaj materiału: **żelbet**

Klasa betonu: B25, nazwa stali: St3S-b,

Średnica prętów zbrojeniowych:

na kierunku x: $d_x = 14,0$ mm, na kierunku y: $d_y = 14,0$ mm,

Kierunek zbrojenia głównego: x,

Grubość otuliny: 5,0 cm.

W warunku na przebicie nie uwzględniać strzemion.

6. Wymiary fundamentu

Względny poziom posadowienia: $z_f = 1,20$ m

Kształt fundamentu: **prosty**

Wymiary podstawy: $B = 0,60$ m, $L = 5,00$ m,

Wysokość: $H = 0,40$ m, mimośród: $E = 0,00$ m.

7. Stan graniczny I**7.1. Zestawienie wyników analizy nośności i mimośródów**

Nr obc.	Rodzaj obciążenia	Poziom [m]	Wsp. nośności	Wsp. mimośr.
* 1	D	1,20	0,30	0,00

7.2. Analiza stanu granicznego I dla obciążenia nr 1

Wymiary podstawy fundamentu rzeczywistego: $B = 0,60 \text{ m}$, $L = 5,00 \text{ m}$.

Względny poziom posadowienia: $H = 1,20 \text{ m}$.

Rodzaj obciążenia: D,

Zestawienie obciążeń:

Pozycja	Obc. char.	Ex	γ	Obc. obl. G	Mom. obl. MG
	[kN/m]	[m]	[-]	[kN/m]	[kNm/m]
Fundament	5,89	0,00	1,1(0,9)	6,47	0,00
Grunt - pole 1	2,54	-0,21	1,2(0,8)	3,05	-0,65
Grunt - pole 2	2,54	0,21	1,2(0,8)	3,05	0,65

Uwaga: Przy sprawdzaniu położenia wypadkowej alternatywnie brano pod uwagę obciążenia obliczeniowe wyznaczone przy zastosowaniu dolnych współczynników obciążenia.

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji na jednostkę długości fundamentu:

siła pionowa: $N = 55,00 \text{ kN/m}$, mimośród względem podstawy fund. $E = 0,00 \text{ m}$,

siła pozioma: $H_x = 0,00 \text{ kN/m}$, mimośród względem podstawy fund. $E_z = 0,40 \text{ m}$,

moment: $M_y = 0,00 \text{ kNm/m}$.

Sprawdzenie położenia wypadkowej obciążenia względem podstawy fundamentu

Obciążenie pionowe:

$$N_r = (N + G) \cdot L = (55,00 + 12,57 \mid 9,36) \cdot 5,00 = 337,86 \mid 321,81 \text{ kN}.$$

Moment względem środka podstawy:

$$M_r = (-N \cdot E + H_x \cdot E_z + M_y + M_{Gy}) \cdot L = (-55,00 \cdot 0,00 + 0,00 \mid 0,00) \cdot 5,00 = 0,00 \mid 0,00 \text{ kNm}.$$

Mimośród siły względem środka podstawy:

$$e_r = |M_r / N_r| = 0,00 / 321,81 = 0,00 \text{ m}.$$

$$e_r = 0,00 \text{ m} < 0,10 \text{ m}.$$

Wniosek: Warunek położenia wypadkowej jest spełniony.

Sprawdzenie warunku granicznej nośności fundamentu rzeczywistego

Zredukowane wymiary podstawy fundamentu:

$$B_\phi = B - 2 \cdot e_r = 0,60 - 2 \cdot 0,00 = 0,60 \text{ m}, \quad L_\phi = L = 5,00 \text{ m}.$$

Obciążenie podłoża obok ławy (min. średnia gęstość dla pola 2):

$$\text{średnia gęstość obl.: } \rho_{D(r)} = 1,76 \text{ t/m}^3, \quad \text{min. wysokość: } D_{\min} = 1,20 \text{ m},$$

$$\text{obciążenie: } \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} = 1,76 \cdot 9,81 \cdot 1,20 = 20,66 \text{ kPa}.$$

Współczynniki nośności podłoża:

$$\text{obliczeniowy kąt tarcia wewnętrznego: } \Phi_{u(r)} = \Phi_{u(n)} \cdot \gamma_m = 18,30 \cdot 0,90 = 16,47^\circ,$$

$$\text{spójność: } c_{u(r)} = c_{u(n)} \cdot \gamma_m = 31,50 \cdot 0,90 = 28,35 \text{ kPa},$$

$$N_B = 0,78 \quad N_C = 11,96, \quad N_D = 4,53.$$

Wpływ odchylenia wypadkowej obciążenia od pionu:

$$\text{tg } \delta = |H_x| \cdot L / N_r = 0,00 \cdot 5,00 / 337,86 = 0,0000, \quad \text{tg } \delta / \text{tg } \Phi_{u(r)} = 0,0000 / 0,2956 = 0,000,$$

$$i_B = 1,00, \quad i_C = 1,00, \quad i_D = 1,00.$$

Ciężar objętościowy gruntu pod ławą fundamentową:

$$\rho_B(n) \cdot \gamma_m \cdot g = 2,15 \cdot 0,90 \cdot 9,81 = 18,98 \text{ kN/m}^3.$$

Współczynniki kształtu:

$$m_B = 1 - 0,25 \cdot B\phi/L\phi = 0,97, \quad m_C = 1 + 0,3 \cdot B\phi/L\phi = 1,04, \quad m_D = 1 + 1,5 \cdot B\phi/L\phi = 1,18.$$

Odpór graniczny podłoża:

$$Q_{fNB} = B\phi L\phi (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_C + m_D \cdot N_D \cdot \rho_D(r) \cdot g \cdot D_{min} \cdot i_D + m_B \cdot N_B \cdot \rho_B(r) \cdot g \cdot B\phi \cdot i_B) = 1411,14$$

kN.

Sprawdzenie warunku obliczeniowego:

$$N_r = 337,86 \text{ kN} < m \cdot Q_{fNB} = 0,81 \cdot 1411,14 = 1143,02 \text{ kN}.$$

Wniosek: warunek nośności jest spełniony.

8. Stan graniczny II

8.1. Osiadanie fundamentu

Osiadanie całkowite:

Osiadanie pierwotne: $s\phi = 0,16 \text{ cm}$.

Osiadanie wtórne: $s\phi\phi = 0,00 \text{ cm}$.

Współczynnik stopnia odprężenia podłoża: $\lambda = 0$.

Osiadanie: $s = s\phi + \lambda \cdot s\phi\phi = 0,16 + 0 \cdot 0,00 = 0,16 \text{ cm}$,

Sprawdzenie warunku osiadania:

Warunek nie jest określony.

8.2. Szczegółowe wyniki osiadania fundamentu

Nr warstwy	Poziom stropu [m]	Grubość warstwy [m]	Napr. pierwotne [kPa]	Napr. wtórne [kPa]	Napr. dodatk. [kPa]	Osiadanie pierwotne [cm]	Osiadanie wtórne [cm]	Osiadanie sumaryczne [cm]
1	0,00	0,10	1	0	0	0,00	0,00	0,00
2	0,10	0,10	2	0	0	0,00	0,00	0,00
3	0,20	0,10	4	0	0	0,00	0,00	0,00
4	0,30	0,10	5	0	0	0,00	0,00	0,00
5	0,40	0,11	7	0	0	0,00	0,00	0,00
6	0,51	0,11	10	0	0	0,00	0,00	0,00
7	0,63	0,11	12	0	0	0,00	0,00	0,00
8	0,74	0,11	15	0	0	0,00	0,00	0,00
9	0,86	0,11	17	0	0	0,00	0,00	0,00
10	0,97	0,11	19	0	0	0,00	0,00	0,00
11	1,09	0,11	22	0	0	0,00	0,00	0,00
12	1,20	0,12	24	0	68	0,02	0,00	0,02
13	1,32	0,12	27	0	56	0,02	0,00	0,02
14	1,44	0,12	29	0	49	0,02	0,00	0,02
15	1,56	0,12	32	0	44	0,01	0,00	0,01
16	1,68	0,12	34	0	40	0,01	0,00	0,01
17	1,80	0,12	37	0	36	0,01	0,00	0,01
18	1,92	0,12	39	0	32	0,01	0,00	0,01
19	2,04	0,12	42	0	29	0,01	0,00	0,01
20	2,16	0,12	44	0	26	0,01	0,00	0,01
21	2,28	0,12	47	0	24	0,01	0,00	0,01
22	2,40	0,12	50	0	21	0,01	0,00	0,01
23	2,52	0,12	52	0	20	0,01	0,00	0,01

24	2,64	0,12	55	0	18	0,01	0,00	0,01
25	2,76	0,12	57	0	17	0,01	0,00	0,01
					Suma	0,16	0,00	0,16

Uwaga: Wartości naprężeń są średnimi wartościami naprężeń w warstwie

9. Wymiarowanie fundamentu

9.1. Zestawienie wyników sprawdzenia ławy na przebicie

Nr obc.	Przekrój	Siła tnąca	Nośność betonu	Nośność strzemion
		V [kN/m]	V_R [kN/m]	V_S [kN/m]
* 1	1	0	343	-

9.2. Sprawdzenie ławy na przebicie dla obciążenia nr 1

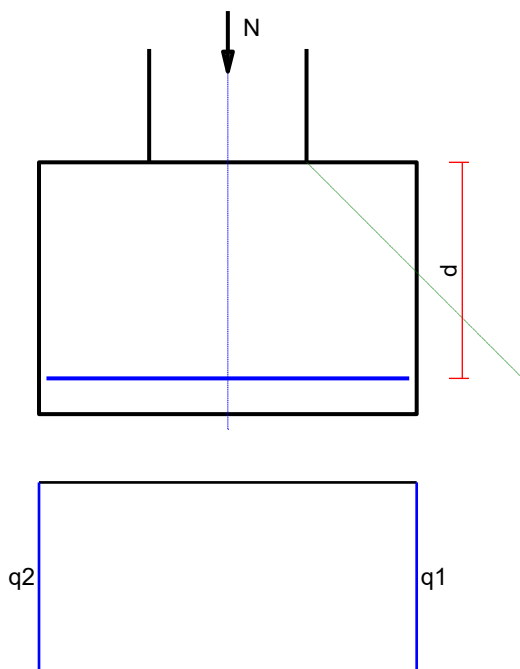
Zestawienie obciążeń:

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do osi ławy:

siła pionowa: $N_R = 55$ kN/m, moment: $M_R = 0,00$ kNm/m.

Mimośrodek siły względem środka podstawy:

$e_r = |M_R/N_R| = 0,00$ m.



Oddziaływanie podłoża na fundament:

Oddziaływania na brzegach fundamentu: $q_1 = 92$ kPa, $q_2 = 92$ kPa.

Oddziaływanie podłoża w przekroju 1: $c = -0,17$ m, $q_c = 91,67$ kPa.

Przebicie ławy w przekroju 1:

Siła ścinająca: $V_{Sd} = 0,5 \cdot (q_1 + q_c) \cdot c = 0,5 \cdot (91,7 + 91,7) \cdot -0,17 = 0$ kN/m.

Nośność betonu na ścinanie: $V_{Rd} = f_{ctd} \cdot d = 1000 \cdot 0,34 = 343$ kN/m.

$V_{Sd} = 0$ kN/m $<$ $V_{Rd} = 343$ kN/m.

Wniosek: warunek na przebicie jest spełniony.

9.3. Zestawienie wyników sprawdzenia ławy na zginanie

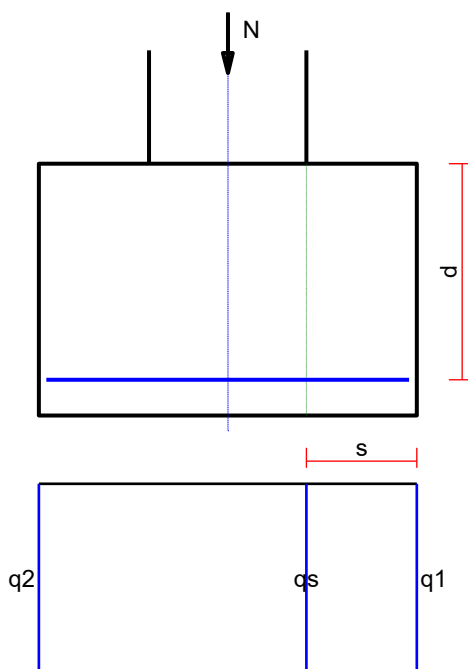
Nr obc.	Przekrój	Moment zginający M [kNm/m]	Nośność betonu M _r [kNm/m]
* 1	1	1	-

9.4. Sprawdzenie ławy na zginanie dla obciążenia nr 1**Zestawienie obciążeń:**

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do osi ławy:

siła pionowa: $N_r = 55 \text{ kN/m}$, moment: $M_r = 0,00 \text{ kNm/m}$.

Mimośród siły względem środka podstawy: $e_r = |M_r/N_r| = 0,00 \text{ m}$.

**Oddziaływanie podłoża na fundament:**

Oddziaływania na brzegach fundamentu: $q_1 = 92 \text{ kPa}$, $q_2 = 92 \text{ kPa}$.

Oddziaływanie podłoża w przekroju 1: $s = 0,17 \text{ m}$, $q_s = 91,67 \text{ kPa}$.

Zginanie ławy w przekroju 1:

Moment zginający: $M_{Sd} = (2 \cdot q_1 + q_s) \cdot s^2 / 6 = (2 \cdot 91,7 + 91,7) \cdot 0,03 = 1 \text{ kNm/m}$.

Konieczna powierzchnia przekroju zbrojenia: $A_s = 0,2 \text{ cm}^2/\text{m}$.

Wniosek: warunek na zginanie jest spełniony.

10. Zbrojenie ławy**Zbrojenie główne na kierunku x:**

Obliczona powierzchnia przekroju poprzecznego: $A_s = 1,0 \text{ cm}^2/\text{m}$.

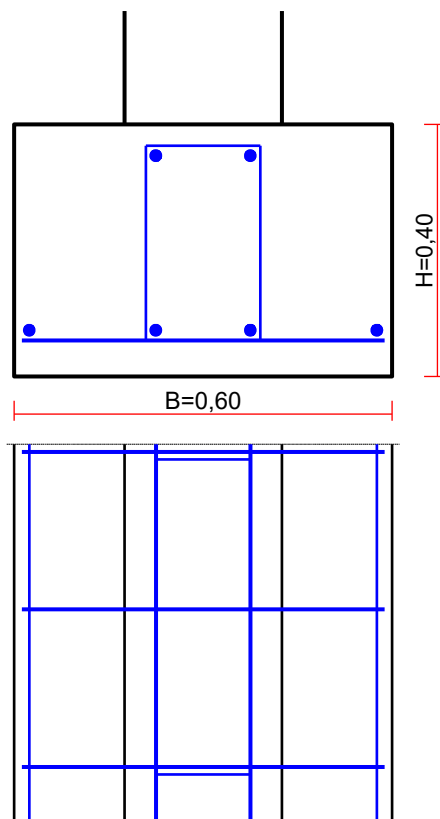
Średnica prętów: $\phi = 14 \text{ mm}$, rozstaw prętów: $s = 25,0 \text{ cm}$.

Pręty rozdzielcze:

Średnica prętów: $\phi_r = 6 \text{ mm}$, liczba prętów: $n_r = 2$.

Zbrojenie dodatkowe podłużne:

Pręty podłużne: 4 · $\phi 12$ mm, strzemiona: $\phi 6$ mm co 50 cm.



Ilość stali na 1 mb: 9,4 kg/m, ilość stali na całą ławę: 47 kg.

Ilość betonu na 1 mb: 0,24 m³/m, ilość betonu na całą ławę: 1,20 m³.

Ilość stali na 1 m³ betonu: 39,0 kg/m³.

POZ.P1_PODCIĄG ŻELBETOWY

Zebranie obciążeń dla podciągu żelbetowego POZ.P1

stałe:

- posadzki 1,20 kN/m²
- strop Teriva 2,70 kN/m²
- zast. od ścian działowych 1,25 kN/m²

zmienne:

- użytkowe 1,50 kN/m²

$$\text{razem: } q_{ch} = 6,65 \text{ kN/m}^2$$

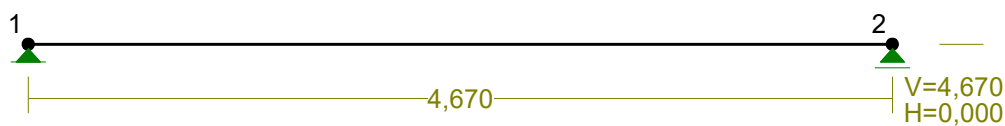
$$y = 1,35$$

Obciążenie na podciąg $q = 6,65 \text{ kN/m}^2 \times 1,90\text{m} = 12,64 \text{ kN/m}$

RM_Win v. 11.88 licencja nr 2042

NAZWA: POZ-P1

WĘZŁY:

**WĘZŁY:**

Nr:	X [m]:	Y [m]:
1	0,000	0,000
2	4,670	0,000

PODPORY:

Podatności

Węzeł:	Rodzaj:	Kąt:	Dx(Do*): [m / k N]	Dy: [rad/kNm]	DFi:
1	stała	0,0	0,0	0,0	
2	przesuwna	0,0	0,0*		

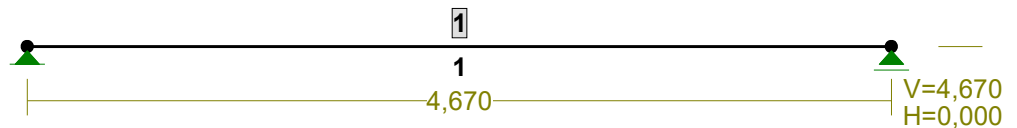
OSIADANIA:

Węzeł:	Kąt:	Wx(Wo*)[m]:	Wy[m]:	Flo[grad]:
Brak Osiadań				

PRĘTY:



PRZEKROJE PRĘTÓW:

**PRĘTY UKŁADU:**

Typy prętów: 00 - sztyw.-sztyw.; 01 - sztyw.-przegub;
 10 - przegub-sztyw.; 11 - przegub-przegub
 22 - ciągnio

Pręt: Typ: A: B: Lx[m]: Ly[m]: L[m]: Red.EJ: Przekrój:

1 00 0 1 4,670 0,000 4,670 1,000 1 B 35x25

WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:

Nr. A[cm²] Ix[cm⁴] Iy[cm⁴] Wg[cm³] Wd[cm³] h[cm] Materiał:

1 875,0 89323 45573 5104 5104 35,0 45 C25/30

STAŁE MATERIAŁOWE:

Materiał: Moduł E: Napręż.gr.: AlfaT:
 [kN/mm²] [N/mm²] [1/K]

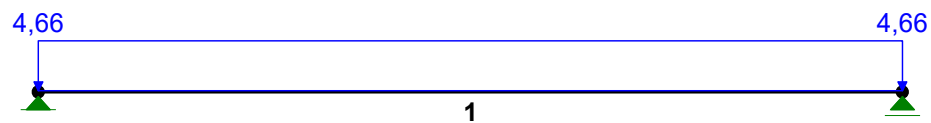
45 C25/30 31 17,900 1,0E-5

OBCIĄŻENIA: ([kN],[kNm],[kN/m])

Pręt: Rodzaj: Kąt: P1(Tg): P2(Td): a[m]: b[m]:

Grupa: CW "Ciężar własny" Stałe gf= 1,10

OBCIĄŻENIA: A "posadzka + sc. działowe"

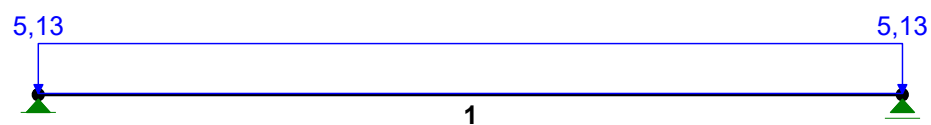


OBCIĄŻENIA: ([kN],[kNm],[kN/m])

Pręt: Rodzaj: Kąt: P1(Tg): P2(Td): a[m]: b[m]:

Grupa: A "posadzka + sc. działowe" Stałe gf= 1,35
1 Liniowe 0,0 4,66 4,66 0,00 4,67

OBCIĄŻENIA: B "strop teriva gr.24cm"

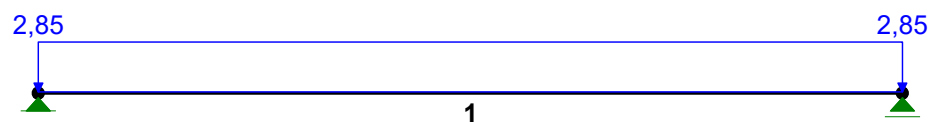


OBCIĄŻENIA: ([kN],[kNm],[kN/m])

Pręt: Rodzaj: Kąt: P1(Tg): P2(Td): a[m]: b[m]:

Grupa: B "strop teriva gr.24cm" Stałe gf= 1,35
1 Liniowe 0,0 5,13 5,13 0,00 4,67

OBCIĄŻENIA: C "uzytkowe 150kg/m2"



OBCIĄŻENIA: ([kN],[kNm],[kN/m])

Pręt: Rodzaj: Kąt: P1(Tg): P2(Td): a[m]: b[m]:

Grupa: C "uzytkowe 150kg/m2" Zmienne gf= 1,35
1 Liniowe 0,0 2,85 2,85 0,00 4,67

W Y N I K I wg PN 82/B-02000

Teoria I-go rzędu

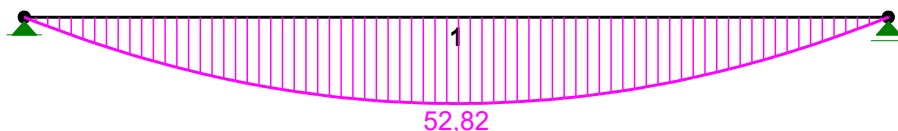
RM_Win v. 11.88 licencja nr 2042

OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

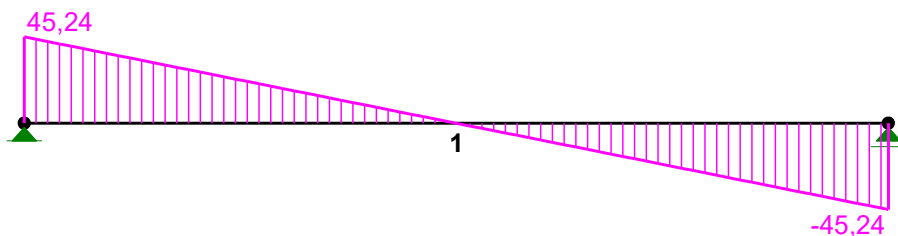
Grupa: Znaczenie: gf: yd:

CW-"Ciężar własny"	Stałe	1,10		
A -"posadzka + sc. działowe"	Stałe	1,35		
B -"strop teriva gr.24cm"	Stałe	1,35		
C -"uzytkowe 150kg/m2"	Zmienne	1	1,35	1,00

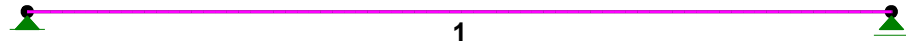
MOMENTY:



TNĄCE:



NORMALNE:

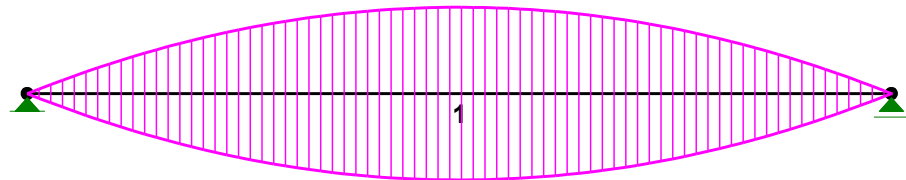


SIŁY PRZEKROJOWE: T.I rzędu
Obciążenia obl.: CW ABC

Pręt:	x/L:	x[m]:	M[kNm]:	Q[kN]:	N[kN]:
1	0,00	0,000	0,00	45,24	0,00
	0,50	2,335	52,82*	0,00	0,00
	1,00	4,670	0,00	-45,24	0,00

* = Wartości ekstremalne

NAPRĘŻENIA:

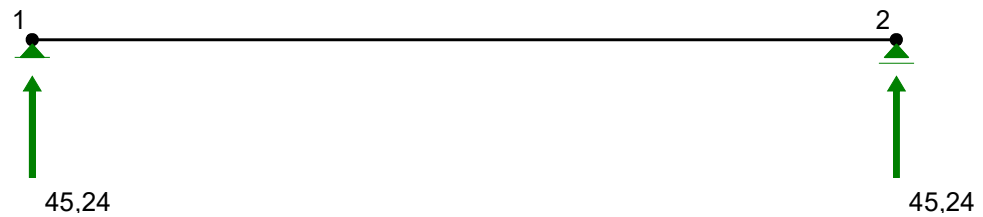


NAPRĘŻENIA: T.I rzędu
Obciążenia obl.: CW ABC

Pręt:	x/L:	x[m]:	SigmaG: [MPa]	SigmaD:	SigmaMax/Ro:
45 C25/30					
1	0,00	0,000	0,00	0,00	0,000
	0,50	2,335	-10,35	10,35	0,578*
	1,00	4,670	0,00	0,00	0,000

* = Wartości ekstremalne

REAKCJE PODPOROWE:


REAKCJE PODPOROWE: T.I rzędu
 Obciążenia obl.: CW ABC

Węzeł:	H[kN]:	V[kN]:	Wypadkowa[kN]:	M[kNm]:
1	0,00	45,24	45,24	
2	0,00	45,24	45,24	

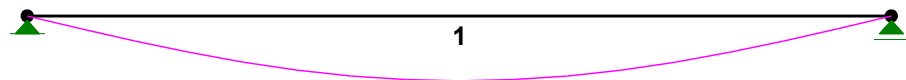
REAKCJE PODPOROWE: T.I rzędu
 Obciążenia char.: CW ABC

Węzeł:	H[kN]:	V[kN]:	Wypadkowa[kN]:	M[kNm]:
1	0,00	34,42	34,42	
2	0,00	34,42	34,42	

PRZEMIESZCZENIA WĘZŁÓW: T.I rzędu
 Obciążenia char.: CW ABC

Węzeł:	Ux[m]:	Uy[m]:	Wypadkowe[m]:	Fi[rad]([deg]):
1	0,00000	0,00000	0,00000	-0,00226 (-0,129)
2	0,00000	0,00000	0,00000	0,00226 (0,129)

PRZEMIESZCZENIA:


DEFORMACJE: T.I rzędu
 Obciążenia char.: CW ABC

Pręt:	Wa[m]:	Wb[m]:	FIa[deg]:	FIb[deg]:	f[m]:	L/f:
-------	--------	--------	-----------	-----------	-------	------

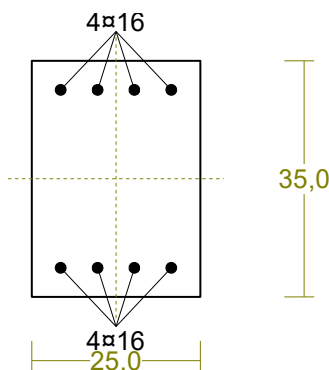
1 0,0000 0,0000 -0,129 0,129 0,0033 1416,6

Wyniki wymiarowania elementu żelbetowego wg PN-B-03264:2002

RM_Zelb v. 6.15 licencja nr 2042

Cechy przekroju:

zadanie POZ-P1, pręt nr 1, przekrój: $x_a=2,33$ m, $x_b=2,33$ m



Wymiary przekroju [cm]:

$h=35,0$, $b=25,0$,

Cechy materiałowe dla sytuacji stałej lub przejściowej

BETON: B20

$f_{ck}=16,0$ MPa, $f_{cd}=\alpha \cdot f_{ck}/\gamma_c=1,00 \times 16,0/1,50=10,7$ MPa

Cechy geometryczne przekroju betonowego:

$A_c=875$ cm², $J_{cx}=89323$ cm⁴, $J_{cy}=45573$ cm⁴

STAL: A-IIIIN (B500SP)

$f_{yk}=500$ MPa, $\gamma_s=1,15$, $f_{yd}=420$ MPa

$\xi_{lim}=0,0035/(0,0035+f_{yd}/E_s)=0,0035/$
 $(0,0035+420/200000)=0,625$,

Zbrojenie główne:

$A_{s1}+A_{s2}=16,08$ cm², $\rho=100 (A_{s1}+A_{s2})/A_c=100 \times 16,08/875=1,84$ %,

$J_{sx}=2803$ cm⁴, $J_{sy}=601$ cm⁴,

Siły przekrojowe:

zadanie: POZ-P1, pręt nr 1, przekrój: $x_a=2,33$ m, $x_b=2,33$ m

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **CW ABC**

Momenty zginające: $M_x = -52,82$ kNm, $M_y = 0,00$ kNm,

Siły poprzeczne: $V_y = 0,00$ kN, $V_x = 0,00$ kN,

Siła osiowa: $N = 0,00$ kN = N_{sd} ,

Zbrojenie wymagane:

(zadanie POZ-P1, pręt nr 1, przekrój: $x_a=2,21$ m, $x_b=2,46$ m)

Obliczenia wykonano:

- przy założeniu maksymalnego wykorzystania nośności strefy ściskanej betonu ($\xi_{lim}=\xi_{k,gr}$).

Wielkości obliczeniowe:

$N_{sd}=0,00$ kN,

$M_{sd}=\sqrt{(M_{sdx}^2 + M_{sdy}^2)} = \sqrt{(-52,67^2 + 0,00^2)}$
 $=52,67$ kNm

$f_{cd}=10,7$ MPa, $f_{yd}=420$ MPa = f_{td} ,

Zbrojenie rozciągane ($\epsilon_{s1}=8,40$ ‰):

$A_{s1}=4,65$ cm² ($3 \times 16 = 6,03$ cm²),

Dodatkowe zbrojenie ściskane nie jest obliczeniowo wymagane.

$A_s=A_{s1}+A_{s2}=4,65$ cm², $\rho=100 \cdot A_s/A_c=100$
 $\cdot 4,65/875=0,53$ %

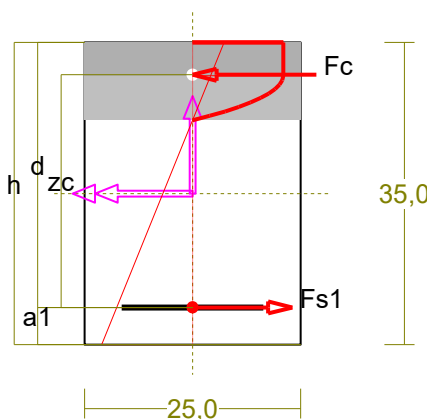
Wielkości geometryczne [cm]:

$h=35,0$, $d=30,7$, $x=9,0$ ($\xi=0,259$),

$a_1=4,3$, $a_c=3,8$, $z_c=26,9$, $A_{cc}=226$ cm²,

$\epsilon_c=-3,50$ ‰, $\epsilon_{s1}=8,40$ ‰,

Wielkości statyczne [kN, kNm]:



$$F_C = -195,47, F_{S1} = 195,47,$$

$$M_C = 26,87, M_{S1} = 25,80,$$

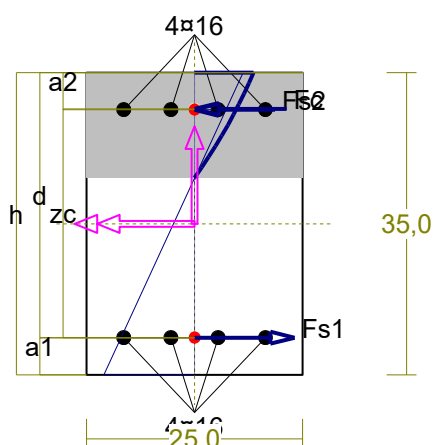
Warunki równowagi wewnętrznej:

$$F_C + F_{S1} = -195,47 + (195,47) = 0,00 \text{ kN} (N_{Sd} = 0,00 \text{ kN})$$

$$M_C + M_{S1} = 26,87 + (25,80) = 52,67 \text{ kNm} (M_{Sd} = 52,67 \text{ kNm})$$

Nośność przekroju prostokątnego:

zadanie POZ-P1, pręt nr 1, przekrój: $x_a = 2,21 \text{ m}$, $x_b = 2,46 \text{ m}$



Wielkości obliczeniowe:

$$N_{Sd} = 0,00 \text{ kN},$$

$$M_{Sd} = \sqrt{(M_{Sdx})^2 + (M_{Sdy})^2} = \sqrt{(-52,67^2 + 0,00^2)} = 52,67 \text{ kNm}$$

$$f_{cd} = 10,7 \text{ MPa}, f_{yd} = 420 \text{ MPa} = f_{td},$$

$$\text{Zbrojenie rozciągane: } A_{S1} = 8,04 \text{ cm}^2,$$

$$\text{Zbrojenie ściskane: } A_{S2} = 8,04 \text{ cm}^2,$$

$$A_S = A_{S1} + A_{S2} = 16,08 \text{ cm}^2, r = 100 \cdot A_S / A_C = 100$$

$$16,08 / 875 = 1,84 \%$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h = 35,0, d = 30,7, x = 12,2 (x = 0,397),$$

$$a_1 = 4,3, a_2 = 4,3, a_c = 4,2, z_c = 26,5, A_{Cc} = 304 \text{ cm}^2,$$

$$e_c = -0,81 \text{ ‰}, e_{S2} = -0,53 \text{ ‰}, e_{S1} = 1,24 \text{ ‰},$$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$$F_C = -114,51, F_{S1} = 199,15, F_{S2} = -84,64,$$

$$M_C = 15,21, M_{S1} = 26,29, M_{S2} = 11,17,$$

Warunek stanu granicznego nośności:

$$M_{Rd} = 91,28 \text{ kNm} > M_{Sd} = M_C + M_{S1} + M_{S2} = 15,21 + (26,29) + (11,17) = 52,67 \text{ kNm}$$

Zbrojenie poprzeczne (strzemiona)

zadanie POZ-P1, pręt nr 1

Na całej długości pręta przyjęto strzemiona o średnicy $f = 6 \text{ mm}$ ze stali A-IIIN, dla której $f_{ywd} = 420 \text{ MPa}$.

Minimalny stopień zbrojenia na ścinanie:

$$r_{w,min} = 0,08 \sqrt{f_{ck}} / f_{yk} = 0,08 \times \sqrt{16} / 500 = 0,00064$$



Rozstaw strzemion:

Strefa nr 1

Początek i koniec strefy: $x_a = 0,0$ $x_b = 233,5 \text{ cm}$

Maksymalny rozstaw strzemion – wymagania dla belek:

$$s_{max} = 0,75 d = 0,75 \times 307 = 230 \text{ mm} \quad s_{max} \leq 400 \text{ mm}$$

przyjęto $s_{max} = 230 \text{ mm}$.

Ze względu na pręty ściskane $s_{\max} = 15 f = 15 \times 16,0 = 240,0 \text{ mm}$.

Maksymalny rozstawy strzemion – wymagania dla słupów:

$$s_{\max} = \min\{h; b\} = \min\{250,0; 350,0\} = 250,0 \quad s_{\max} \leq 400 \text{ mm}$$

przyjęto $s_{\max} = 250,0 \text{ mm}$.

Ze względu na zbrojenie $s_{\max} = 15 f = 15 \times 16,0 = 240,0 \text{ mm}$.

Przyjęto strzemiona 4-cięte, prostopadłe do osi pręta o rozstawie **20,0** cm, dla których stopień zbrojenia na ścinanie wynosi:

$$r_w = A_{sw} / (s b_w \sin \alpha) = 1,13 / (20,0 \times 25,0 \times 1,000) = 0,00226$$

$$r_w = \mathbf{0,00226} > \mathbf{0,00064} = r_{w \text{ min}}$$

Strefa nr 2

Początek i koniec strefy: $x_a = 233,5 \quad x_b = 467,0 \text{ cm}$

Maksymalny rozstawy strzemion – wymagania dla belek:

$$s_{\max} = 0,75 d = 0,75 \times 307 = 230 \quad s_{\max} \leq 400 \text{ mm}$$

przyjęto $s_{\max} = 230 \text{ mm}$.

Ze względu na pręty ściskane $s_{\max} = 15 f = 15 \times 16,0 = 240,0 \text{ mm}$.

Maksymalny rozstawy strzemion – wymagania dla słupów:

$$s_{\max} = \min\{h; b\} = \min\{250,0; 350,0\} = 250,0 \quad s_{\max} \leq 400 \text{ mm}$$

przyjęto $s_{\max} = 250,0 \text{ mm}$.

Ze względu na zbrojenie $s_{\max} = 15 f = 15 \times 16,0 = 240,0 \text{ mm}$.

Przyjęto strzemiona 4-cięte, prostopadłe do osi pręta o rozstawie **20,0** cm, dla których stopień zbrojenia na ścinanie wynosi:

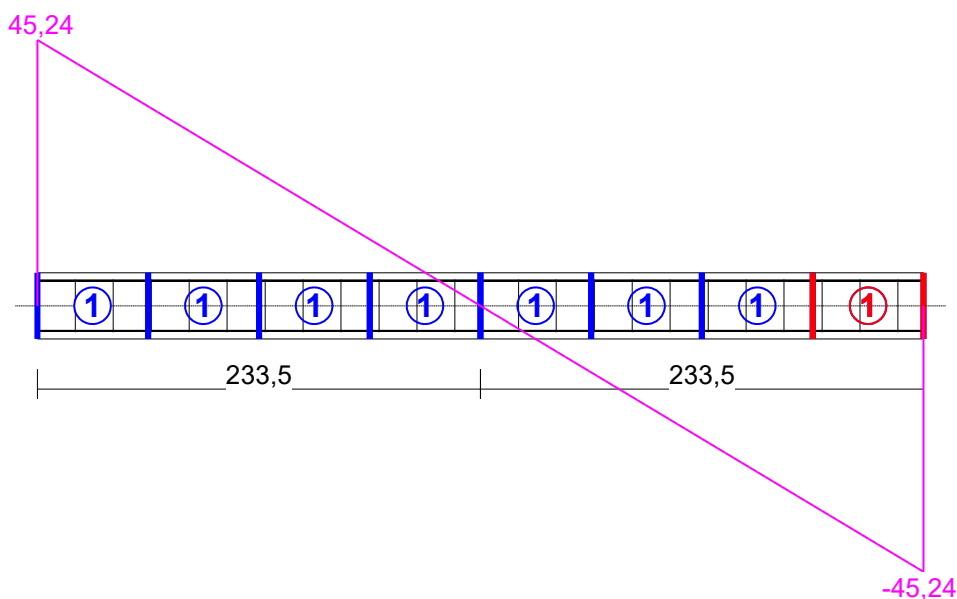
$$r_w = A_{sw} / (s b_w \sin \alpha) = 1,13 / (20,0 \times 25,0 \times 1,000) = 0,00226$$

$$r_w = \mathbf{0,00226} > \mathbf{0,00064} = r_{w \text{ min}}$$

Ścinanie

zadanie POZ-P1, pręt nr 1.

Przyjęto podparcie lub obciążenie pośrednie.



Odcinek nr 8

Początek i koniec odcinka: $x_a = 408,6 \quad x_b = 467,0 \text{ cm}$

Siły przekrojowe: $N_{sd} = 0,00;$

$$V_{Sd \max} = -45,24 \text{ kN}$$

Rodzaj odcinka:

$$r = \frac{A_{sL}}{L \cdot b_w d} = \frac{8,04}{25,0 \times 30,7} = 0,01048; \quad r \leq 0,01$$

Przyjęto $r_L = 0,01000$.

$$s_{cp} = N_{Sd} / A_C = 0,00 / 985,93 \times 10 = 0,00 \text{ MPa} \quad s_{cp} \leq 0,2 f_{cd}$$

Przyjęto $s_{cp} = 0,00 \text{ MPa}$.

$$\begin{aligned} V_{Rd1} &= [0,35 k f_{ctd} (1,2 + 40 r_L) + 0,15 s_{cp}] b_w d = \\ &= [0,35 \times 1,29 \times 0,90 \times (1,2 + 40 \times 0,01000) + 0,15 \times 0,00] \times 25,0 \times 30,7 \times 10^{-1} = 49,90 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$V_{Sd} = 45,24 < 49,90 = V_{Rd1}$$

Nośność odcinka I-go rodzaju:

$$V_{Sd} = \mathbf{45,24} < \mathbf{49,90} = V_{Rd1}$$

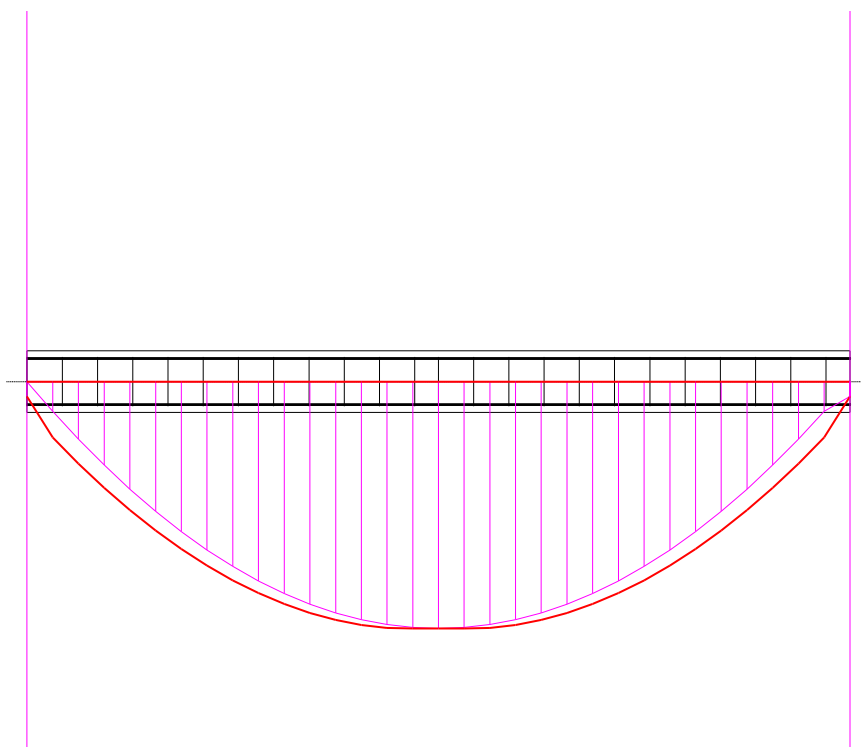
$$n = 0,6 (1 - f_{ck} / 250) = 0,6 \times (1 - 16 / 250) = 0,562$$

$$V_{Rd2} = 0,5 n f_{cd} b_w z = 0,5 \times 0,562 \times 10,7 \times 25,0 \times 26,7 \times 10^{-1} = 200,29 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = \mathbf{45,24} < \mathbf{200,29} = V_{Rd2}$$

Nośność zbrojenia podłużnego

zadanie POZ-P1, pręt nr 1.



Sprawdzenie siły przenoszonej przez zbrojenie rozciągane dla $x = 2,481 \text{ m}$:

$$\Delta F_{td} = 0,5 |V_{Sd}| (\cot \alpha - V_{Rd32} / V_{Rd3} \cot \alpha) = 0,5 \times -2,83 \times (1,000) = 1,41 \text{ kN}$$

Sumaryczna siła w zbrojeniu rozciągany:

$$F_{td} = F_{td,m} + \Delta F_{td} = 198,92 + 1,41 = 200,33 \text{ kN};$$

$$F_{td} \leq F_{td,max} = 199,70 \text{ kN}$$

Przyjęto $F_{td} = 199,70 \text{ kN}$

$$F_{td} = \mathbf{199,70} < \mathbf{337,78} = 8,04 \times 420 \times 10^{-1} = A_s f_{yd}$$

Zarysowanie

zadanie POZ-P1, pręt nr 1,

Położenie przekroju:

$$x = 2,335 \text{ m}$$

Siły przekrojowe od obc. długotrwałych:

$$M_{Sd} = 40,18 \text{ kNm}$$

$$N_{Sd} = 0,00 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 0,00 \text{ kN}$$

Wymiary przekroju:

$$b_w = 25,0 \text{ cm}$$

$$d = h - a_1 = 35,0 - 4,3 = 30,7 \text{ cm}$$

$$A_c = 875 \text{ cm}^2$$

$$W_c = 5104 \text{ cm}^3$$

Minimalne zbrojenie:

Wymagane pole zbrojenia rozciąganego dla zginania, przy naprężeniach wywołanych przyczynami zewnętrznymi, wynosi:

$$A_s = k_c k_{fct,eff} A_{ct} / s_{s,lim} =$$

$$= 0,4 \times 1,0 \times 1,9 \times 437 / 240 = 1,39 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1} = \mathbf{8,04} > \mathbf{1,39} = A_s$$

Zarysowanie:

$$M_{cr} = f_{ctm} W_c = 1,9 \times 5104 \times 10^{-3} = 9,70 \text{ kNm}$$

$$M_{Sd} = 40,18 > 9,70 = M_{cr}$$

Przekrój zarysowany.

Szerokość rozwarcia rysy prostopadłej do osi pręta:

Przyjęto $k_2 = 0,5$.

$$r_r = A_s / A_{ct,eff} = 8,04 / 191 = 0,04205$$

$$s_{rm} = 50 + 0,25 k_1 k_2 f / r_r = 50 + 0,25 \times 0,8 \times 0,50 \times 16 / 0,04205 = 88,05$$

$$e_{sm} = s_s / E_s [1 - b_1 b_2 (s_{sr} / s_s)^2] =$$

$$= 188,1 / 200000 \times [1 - 1,0 \times 0,5 \times (9,70 / 40,18)^2] = 0,00091$$

$$w_k = b s_{rm} e_{sm} = 1,7 \times 88,05 \times 0,00091 = 0,14 \text{ mm}$$

$$w_k = \mathbf{0,14} < \mathbf{0,3} = w_{lim}$$

Szerokość rozwarcia rysy ukośnej:

Rysy ukośne nie występują.

Ugięcia

zadanie POZ-P1, pręt nr 1

Ugięcia wyznaczono dla charakterystycznych obciążeń długotrwałych.

Współczynniki pełzania dla obciążeń długotrwałych przyjęto równy $f(t, t_0) = 2,00$.

$$E_{c,eff} = \frac{E_{cm}}{1 + \phi(t, t_0)} = \frac{29000}{1 + 2,00} = 9667 \text{ MPa}$$

Moment rysujący:

$$M_{cr} = f_{ctm} W_c = 1,9 \times 5104 \times 10^{-3} = 9,70 \text{ kNm}$$

Całkowity moment zginający $M_{Sd} = 40,18 \text{ kN}$ powoduje zarysowanie przekroju.

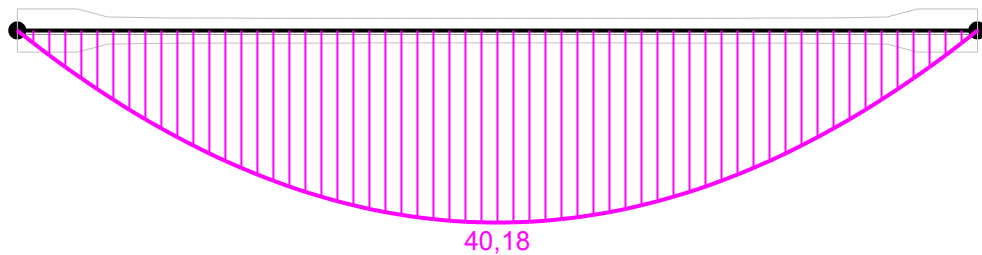
Sztywność dla długotrwałego działania obciążeń długotrwałych:

Sztywność na zginanie wyznaczona dla momentu $M_{Sd} = 40,18 \text{ kNm}$.

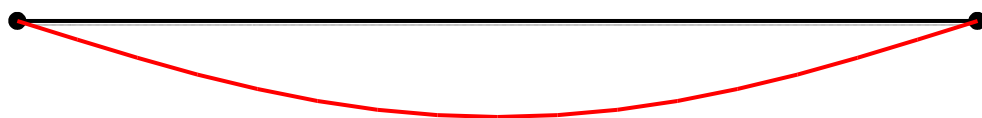
Wielkości geometryczne przekroju: $x_I = 17,5 \text{ cm}$ $I_I = 147309 \text{ cm}^4$
 $x_{II} = 12,0 \text{ cm}$ $I_{II} = 82451 \text{ cm}^4$

$$B = \frac{E_{c,eff} I_{II}}{1 - \beta_1 \beta_2 (M_{cr} / M_{Sd})^2 (1 - I_{II} / I_I)} =$$

$$= \frac{9667 \times 82451}{1 - 1,0 \times 0,5 \times (9,70 / 40,18)^2 \times (1 - 82451 / 147309)} \times 10^{-5} = 8074 \text{ kNm}^2$$



Wykres sztywności i momentów dla obciążeń długotrwałych.



Ugięcia.

Ugięcie w punkcie o współrzędnej $x = 2,335 \text{ m}$, wyznaczone poprzez całkowanie funkcji krzywizny osi pręta ($1/r$) z uwzględnieniem zmiany sztywności wzdłuż osi elementu, wynosi:

$$a = a_{\gamma,d} = 11,2 \text{ mm}$$

$$a = 11,2 < 23,4 = a_{lim}$$

POZ.P2_PODCIĄG ŻELBETOWY

Zebranie obciążeń dla podciągu żelbetowego POZ.P2

stałe:

- (A) posadzki + zast. od ścian. $2,45 \text{ kN/m}^2 \times 1,90 = 4,66 \text{ kN/m}$
działowych $(1,2+1,25) \quad 2,45 \text{ kN/m}^2 \times 0,98 = 2,40 \text{ kN/m}$
- (C) strop Teriva $2,70 \text{ kN/m}^2 \times 1,90 = 5,13 \text{ kN/m}$
 $2,70 \text{ kN/m}^2 \times 0,98 = 2,65 \text{ kN/m}$
- (D) ściana pietra $2,21 \text{ kN/m}^2 \times 2,89 = 6,38 \text{ kN/m}$
- (E) dach $7,40 \text{ kN/m}$

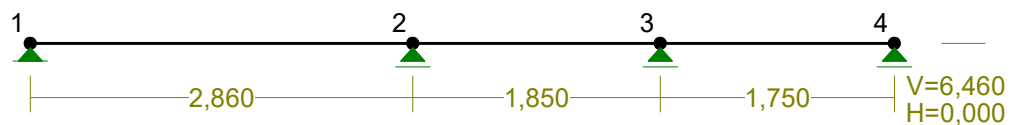
zmienne:

- (B) użytkowe $1,50 \text{ kN/m}^2 \times 1,90 = 2,85 \text{ kN/m}$
 $1,50 \text{ kN/m}^2 \times 0,98 = 1,47 \text{ kN/m}$

RM_Win v. 11.88 licencja nr 2042

NAZWA: POZ-P2

WĘZŁY:



WĘZŁY:

Nr:	X [m]:	Y [m]:
1	0,000	0,000
2	2,860	0,000
3	4,710	0,000
4	6,460	0,000

PODPORY:

P o d a t n o ś c i

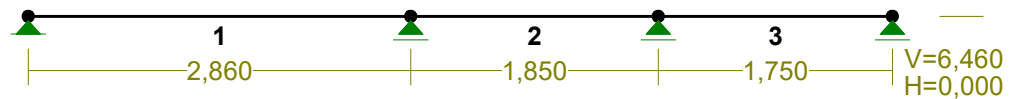
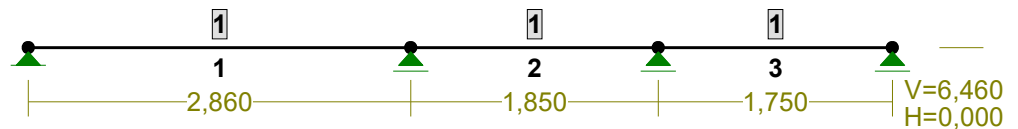
Węzeł:	Rodzaj:	Kąt:	Dx(Do*): [m / k N]	Dy: [rad/kNm]	DFi:
--------	---------	------	-------------------------	------------------	------

1	stała	0,0	0,0	0,0	
2	przesuwna	0,0	0,0*		
3	przesuwna	0,0	0,0*		
4	przesuwna	0,0	0,0*		

OSIADANIA:

Węzeł:	Kąt:	Wx(Wo*)[m]:	Wy[m]:	Flo[grad]:
--------	------	-------------	--------	------------

Brak Osiadań

PRĘTY:**PRZEKROJE PRĘTÓW:****PRĘTY UKŁADU:**

Typy prętów: 00 - sztyw.-sztyw.; 01 - sztyw.-przegub;
 10 - przegub-sztyw.; 11 - przegub-przegub
 22 - ciągnio

Pręt:	Typ:	A:	B:	Lx[m]:	Ly[m]:	L[m]:	Red.EJ:	Przekrój:
-------	------	----	----	--------	--------	-------	---------	-----------

1	00	0	1	2,860	0,000	2,860	1,000	1 B 35x25
2	00	1	2	1,850	0,000	1,850	1,000	1 B 35x25
3	00	2	3	1,750	0,000	1,750	1,000	1 B 35x25

WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:

Nr. A[cm²] Ix[cm⁴] Iy[cm⁴] Wg[cm³] Wd[cm³] h[cm] Materiał:

1 875,0 89323 45573 5104 5104 35,0 45 C25/30

STAŁE MATERIAŁOWE:

Materiał: Moduł E: Napręż.gr.: AlfaT:
[kN/mm²] [N/mm²] [1/K]

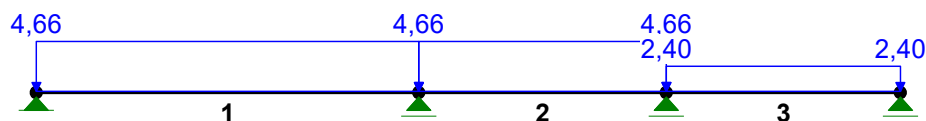
45 C25/30 31 17,900 1,0E-5

OBCIĄŻENIA: ([kN],[kNm],[kN/m])

Pręt: Rodzaj: Kąt: P1(Tg): P2(Td): a[m]: b[m]:

Grupa: CW "Ciężar własny" Stałe gf= 1,10

OBCIĄŻENIA: A "posadzka +sc. działowe"

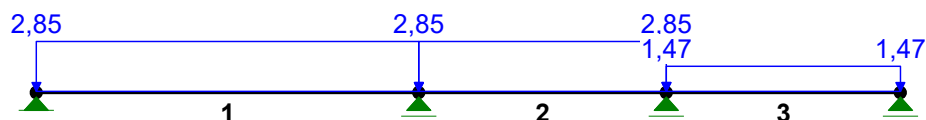
**OBCIĄŻENIA:** ([kN],[kNm],[kN/m])

Pręt: Rodzaj: Kąt: P1(Tg): P2(Td): a[m]: b[m]:

Grupa: A "posadzka +sc. działowe" Stałe gf= 1,35

1	Liniowe	0,0	4,66	4,66	0,00	2,86
2	Liniowe	0,0	4,66	4,66	0,00	1,85
3	Liniowe	0,0	2,40	2,40	0,00	1,75

OBCIĄŻENIA: B "strop teriva gr. 24cm"



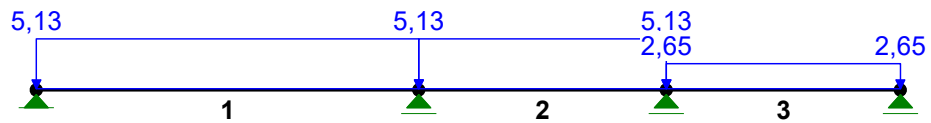
OBCIĄŻENIA: ([kN],[kNm],[kN/m])

Pręt: Rodzaj: Kąt: P1(Tg): P2(Td): a[m]: b[m]:

Grupa: B "strop teriva gr. 24cm" Stałe gf= 1,35

1	Liniowe	0,0	2,85	2,85	0,00	2,86
2	Liniowe	0,0	2,85	2,85	0,00	1,85
3	Liniowe	0,0	1,47	1,47	0,00	1,75

OBCIĄŻENIA: C "ściana porotherm 25P+W"

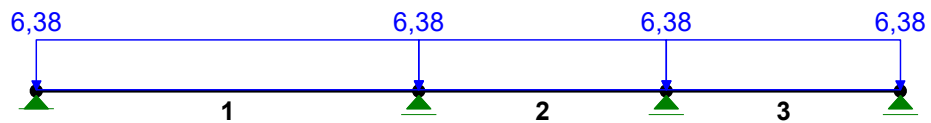
**OBCIĄŻENIA:** ([kN],[kNm],[kN/m])

Pręt: Rodzaj: Kąt: P1(Tg): P2(Td): a[m]: b[m]:

Grupa: C "ściana porotherm 25P+W" Stałe gf= 1,35

1	Liniowe	0,0	5,13	5,13	0,00	2,86
2	Liniowe	0,0	5,13	5,13	0,00	1,85
3	Liniowe	0,0	2,65	2,65	0,00	1,75

OBCIĄŻENIA: D "dach"

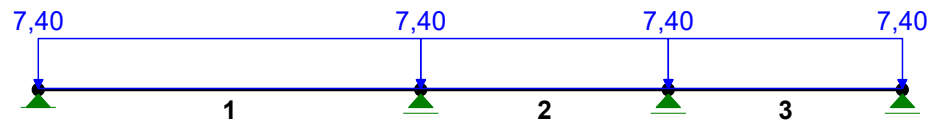
**OBCIĄŻENIA:** ([kN],[kNm],[kN/m])

Pręt: Rodzaj: Kąt: P1(Tg): P2(Td): a[m]: b[m]:

Grupa: D "dach" Stałe gf= 1,40

1	Liniowe	0,0	6,38	6,38	0,00	2,86
2	Liniowe	0,0	6,38	6,38	0,00	1,85
3	Liniowe	0,0	6,38	6,38	0,00	1,75

OBCIĄŻENIA: E "użytkowe"



OBCIĄŻENIA: ([kN],[kNm],[kN/m])

Pręt: Rodzaj: Kąt: P1(Tg): P2(Td): a[m]: b[m]:

Grupa:	E "użytkowe"			Zmienne	gf= 1,35
1	Liniowe	0,0	7,40	7,40	0,00 2,86
2	Liniowe	0,0	7,40	7,40	0,00 1,85
3	Liniowe	0,0	7,40	7,40	0,00 1,75

=====

W Y N I K I wg PN 82/B-02000**Teoria I-go rzędu**

RM_Win v. 11.88 licencja nr 2042

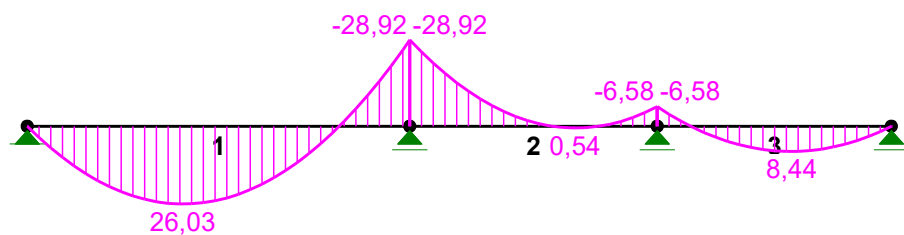
=====

OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

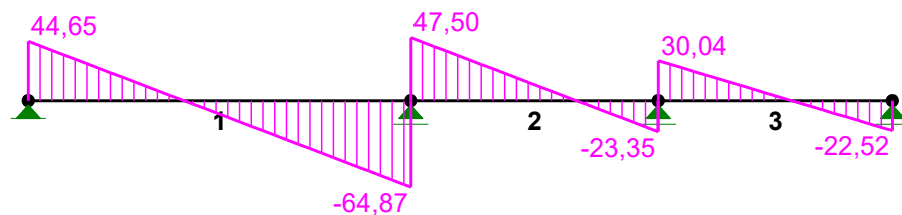
Grupa: Znaczenie: gf: yd:

CW-"Ciężar własny"	Stałe	1,10	
A -"posadzka +sc. działowe"	Stałe	1,35	
B -"strop teriva gr. 24cm"	Stałe	1,35	
C -"ściana porotherm 25P+W"	Stałe	1,35	
D -"dach"	Stałe	1,40	
E -"użytkowe"	Zmienne	1 1,35	1,00

MOMENTY:



TNĄCE:



NORMALNE:

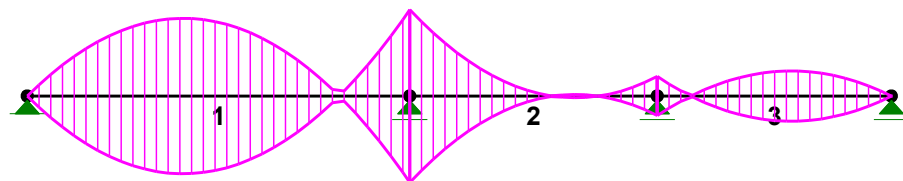
**SIŁY PRZEKROJOWE:** T.I rzędu

Obciążenia obl.: CW ABCDE

Pręt:	x/L:	x[m]:	M[kNm]:	Q[kN]:	N[kN]:
1	0,00	0,000	0,00	44,65	0,00
	0,41	1,162	26,03*	0,16	0,00
	1,00	2,860	-28,92	-64,87	0,00
2	0,00	0,000	-28,92	47,50	0,00
	0,67	1,243	0,54*	-0,10	0,00
	1,00	1,850	-6,58	-23,35	0,00
3	0,00	0,000	-6,58	30,04	0,00
	0,57	0,998	8,44*	0,06	0,00
	1,00	1,750	0,00	-22,52	0,00

* = Wartości ekstremalne

NAPRĘŻENIA:



NAPRĘŻENIA: T.I rzędu
Obciążenia obl.: CW ABCDE

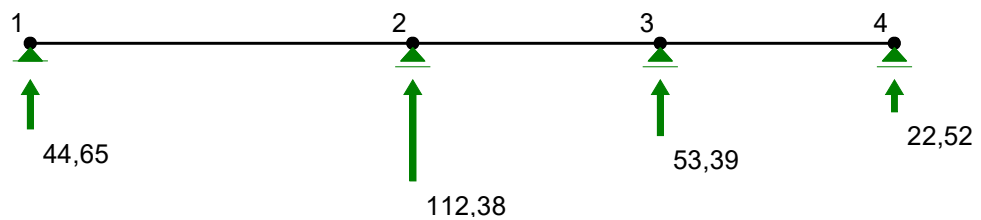
Pręt: x/L: x[m]: SigmaG: SigmaD: SigmaMax/Ro:
[MPa]

45 C25/30

1	0,00	0,000	0,00	0,00	0,000
	1,00	2,860	5,67	-5,67	0,317*
2	0,00	0,000	5,67	-5,67	0,317*
	1,00	1,850	1,29	-1,29	0,072
3	0,00	0,000	1,29	-1,29	0,072
	0,57	1,005	-1,65	1,65	0,092*
	1,00	1,750	0,00	0,00	0,000

* = Wartości ekstremalne

REAKCJE PODPOROWE:



REAKCJE PODPOROWE: T.I rzędu
Obciążenia obl.: CW ABCDE

Węzeł:	H[kN]:	V[kN]:	Wypadkowa[kN]:	M[kNm]:
1	0,00	44,65	44,65	
2	0,00	112,38	112,38	
3	0,00	53,39	53,39	
4	0,00	22,52	22,52	

REAKCJE PODPOROWE: T.I rzędu
Obciążenia char.: CW ABCDE

Węzeł:	H[kN]:	V[kN]:	Wypadkowa[kN]:	M[kNm]:
1	0,00	33,25	33,25	
2	0,00	83,68	83,68	
3	0,00	39,79	39,79	
4	0,00	16,80	16,80	

PRZEMIESZCZENIA WĘZŁÓW: T.I rzędu
Obciążenia char.: CW ABCDE

Węzeł: Ux[m]: Uy[m]: Wypadkowe[m]: Fi[rad]([deg]):

1	0,00000	0,00000	0,00000	-0,00063 (-0,036)
2	0,00000	0,00000	0,00000	0,00026 (0,015)
3	0,00000	0,00000	0,00000	-0,00008 (-0,004)
4	0,00000	0,00000	0,00000	0,00013 (0,007)

PRZEMIESZCZENIA:

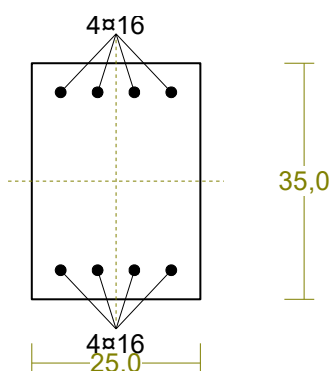


DEFORMACJE: T.I rzędu
Obciążenia char.: CW ABCDE

Pręt:	Wa[m]:	Wb[m]:	FIa[deg]:	FIb[deg]:	f[m]:	L/f:
1	0,0000	0,0000	-0,036	0,015	0,0005	5658,7
2	0,0000	0,0000	0,015	-0,004	0,0001	31825,5
3	0,0000	0,0000	-0,004	0,007	0,0001	26940,5

Wyniki wymiarowania elementu żelbetowego wg PN-B-03264:2002

RM_Zelb v. 6.15 licencja nr 2042



Cechy przekroju:

zadanie POZ-P2, pręt nr 1, przekrój: $x_a=1,43$ m, $x_b=1,43$ m

Wymiary przekroju [cm]:

$h=35,0$, $b=25,0$,

Cechy materiałowe dla sytuacji stałej lub przejściowej

BETON: B20

$f_{ck}=16,0$ MPa, $f_{cd}=\alpha \cdot f_{ck}/\gamma_c=1,00 \times 16,0/1,50=10,7$ MPa

Cechy geometryczne przekroju betonowego:

$$A_c = 875 \text{ cm}^2, J_{cx} = 89323 \text{ cm}^4, J_{cy} = 45573 \text{ cm}^4$$

STAL: **A-IIIN (B500SP)**

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}, g_s = 1,15, f_{yd} = 420 \text{ MPa}$$

$$\xi_{lim} = 0,0035 / (0,0035 + f_{yd} / E_s) = 0,0035 / (0,0035 + 420 / 200000) = 0,625,$$

Zbrojenie główne:

$$A_{s1} + A_{s2} = 16,08 \text{ cm}^2, \rho = 100 (A_{s1} + A_{s2}) / A_c = 100 \times 16,08 / 875 = 1,84 \%,$$

$$J_{sx} = 2803 \text{ cm}^4, J_{sy} = 601 \text{ cm}^4,$$

Siły przekrojowe:

zadanie: POZ-P2, pręt nr 1, przekrój: $x_a = 1,43 \text{ m}, x_b = 1,43 \text{ m}$

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **CW ABCDE**

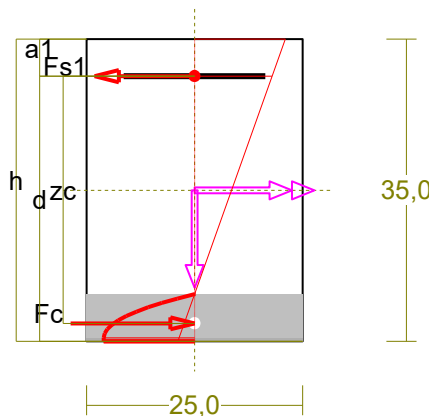
Momenty zginające: $M_x = -24,70 \text{ kNm}, M_y = 0,00 \text{ kNm},$

Siły poprzeczne: $V_y = -10,11 \text{ kN}, V_x = 0,00 \text{ kN},$

Siła osiowa: $N = 0,00 \text{ kN} = N_{sd},$

Zbrojenie wymagane:

(zadanie POZ-P2, pręt nr 1, przekrój: $x_a = 2,86 \text{ m}, x_b = 0,00 \text{ m}$)



Wielkości obliczeniowe:

$$N_{sd} = 0,00 \text{ kN},$$

$$M_{sd} = \sqrt{(M_{sdx}^2 + M_{sdy}^2)} = \sqrt{(28,92^2 + 0,00^2)} = 28,92 \text{ kNm}$$

$$f_{cd} = 10,7 \text{ MPa}, f_{yd} = 420 \text{ MPa} = f_{td},$$

Zbrojenie rozciągane ($e_{s1} = 10,00 \text{ ‰}$):

$$A_{s1} = 2,41 \text{ cm}^2 \text{ } (2 \times 16 = 4,02 \text{ cm}^2),$$

Dodatkowe zbrojenie ściskane nie jest obliczeniowo wymagane.

$$A_s = A_{s1} + A_{s2} = 2,41 \text{ cm}^2, r = 100 \cdot A_s / A_c = 100$$

$$\cdot 2,41 / 875 = 0,27 \%$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h = 35,0, d = 30,7, x = 5,5 (x = 0,178),$$

$$a_1 = 4,3, a_c = 2,1, z_c = 28,6, A_{cc} = 136 \text{ cm}^2,$$

$$e_c = -2,16 \text{ ‰}, e_{s1} = 10,00 \text{ ‰},$$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$$F_c = -101,03, F_{s1} = 101,03,$$

$$M_c = 15,58, M_{s1} = 13,34,$$

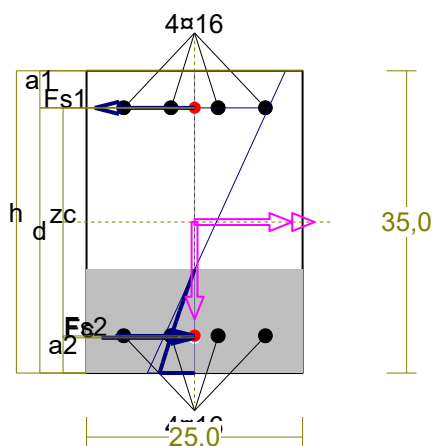
Warunki równowagi wewnętrznej:

$$F_c + F_{s1} = -101,03 + (101,03) = 0,00 \text{ kN} (N_{sd} = 0,00 \text{ kN})$$

$$M_c + M_{s1} = 15,58 + (13,34) = 28,92 \text{ kNm} (M_{sd} = 28,92 \text{ kNm})$$

Nośność przekroju prostokątnego:

zadanie POZ-P2, pręt nr 1, przekrój: $x_a = 2,86 \text{ m}, x_b = 0,00 \text{ m}$



Wielkości obliczeniowe:

$$N_{sd} = 0,00 \text{ kN},$$

$$M_{sd} = \sqrt{(M_{sdx}^2 + M_{sdy}^2)} = \sqrt{(28,92^2 + 0,00^2)} = 28,92 \text{ kNm}$$

$$f_{cd} = 10,7 \text{ MPa}, f_{yd} = 420 \text{ MPa} = f_{td},$$

$$\text{Zbrojenie rozciągane: } A_{s1} = 8,04 \text{ cm}^2,$$

Zbrojenie ściskane: $A_{S2}=8,04 \text{ cm}^2$,

$$A_S=A_{S1}+A_{S2}=16,08 \text{ cm}^2, r=100' A_S/A_C= 100' 16,08/875=1,84 \%$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h=35,0, d=30,7, x=12,0 (x=0,390),$$

$$a_1=4,3, a_2=4,3, a_c=4,1, z_c=26,6, A_{CC}=299 \text{ cm}^2,$$

$$e_c=-0,43 \text{ ‰}, e_{S2}=-0,28 \text{ ‰}, e_{S1}=0,68 \text{ ‰},$$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$$F_c= -64,34, F_{S1} = 108,98, F_{S2} = -44,64,$$

$$M_c= 8,64, M_{S1} = 14,39, M_{S2} = 5,89,$$

Warunek stanu granicznego nośności:

$$M_{Rd} = \mathbf{91,28 \text{ kNm}} > M_{Sd} = M_c + M_{S1} + M_{S2} = 8,64 + (14,39) + (5,89) = \mathbf{28,92 \text{ kNm}}$$

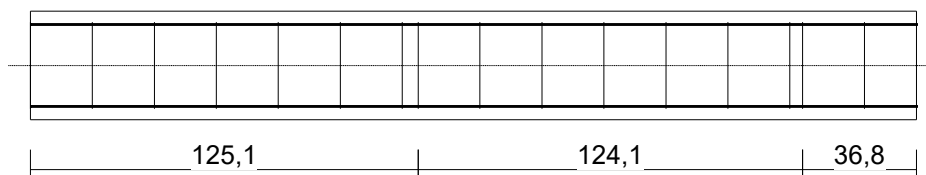
Zbrojenie poprzeczne (strzemiona)

zadanie POZ-P2, pręt nr 1

Na całej długości pręta przyjęto strzemiona o średnicy $f=6 \text{ mm}$ ze stali A-IIIN, dla której $f_{ywd} = 420 \text{ MPa}$.

Minimalny stopień zbrojenia na ścinanie:

$$r_{w,min} = 0,08 \sqrt{f_{ck}} / f_{yk} = 0,08 \times \sqrt{16} / 500 = 0,00064$$



Rozstaw strzemion:

Strefa nr 1

Początek i koniec strefy: $x_a = 0,0$ $x_b = 125,1 \text{ cm}$

Maksymalny rozstaw strzemion – wymagania dla belek:

$$s_{max} = 0,75 d = 0,75 \times 307 = 230 \quad s_{max} \leq 400 \text{ mm}$$

przyjęto $s_{max} = 230 \text{ mm}$.

Ze względu na pręty ściskane $s_{max} = 15 f = 15 \times 16,0 = 240,0 \text{ mm}$.

Maksymalny rozstaw strzemion – wymagania dla słupów:

$$s_{max} = \min\{h; b\} = \min\{250,0; 350,0\} = 250,0 \quad s_{max} \leq 400 \text{ mm}$$

przyjęto $s_{max} = 250,0 \text{ mm}$.

Ze względu na zbrojenie $s_{max} = 15 f = 15 \times 16,0 = 240,0 \text{ mm}$.

Przyjęto strzemiona 4-cięte, prostopadłe do osi pręta o rozstawie **20,0 cm**, dla których stopień zbrojenia na ścinanie wynosi:

$$r_w = A_{SW} / (s b_w \sin \alpha) = 1,13 / (20,0 \times 25,0 \times 1,000) = 0,00226$$

$$r_w = \mathbf{0,00226} > \mathbf{0,00064} = r_{w \text{ min}}$$

Strefa nr 2

Początek i koniec strefy: $x_a = 125,1$ $x_b = 249,2 \text{ cm}$

Maksymalny rozstaw strzemion – wymagania dla belek:

$$s_{max} = 0,75 d = 0,75 \times 307 = 230 \quad s_{max} \leq 400 \text{ mm}$$

przyjęto $s_{max} = 230 \text{ mm}$.

Ze względu na pręty ściskane $s_{\max} = 15 f = 15 \times 16,0 = 240,0 \text{ mm}$.

Maksymalny rozstawy strzemion – wymagania dla słupów:

$$s_{\max} = \min\{h; b\} = \min\{250,0; 350,0\} = 250,0 \quad s_{\max} \leq 400 \text{ mm}$$

przyjęto $s_{\max} = 250,0 \text{ mm}$.

Ze względu na zbrojenie $s_{\max} = 15 f = 15 \times 16,0 = 240,0 \text{ mm}$.

Przyjęto strzemiona 4-cięte, prostopadłe do osi pręta o rozstawie **20,0** cm, dla których stopień zbrojenia na ścinanie wynosi:

$$r_w = A_{sw} / (s b_w \sin \alpha) = 1,13 / (20,0 \times 25,0 \times 1,000) = 0,00226$$

$$r_w = \mathbf{0,00226} > \mathbf{0,00064} = r_{w \text{ min}}$$

Strefa nr 3

Początek i koniec strefy: $x_a = 249,2 \quad x_b = 286,0 \text{ cm}$

Maksymalny rozstawy strzemion – wymagania dla belek:

$$s_{\max} = 0,75 d = 0,75 \times 307 = 230 \quad s_{\max} \leq 400 \text{ mm}$$

przyjęto $s_{\max} = 230 \text{ mm}$.

Ze względu na pręty ściskane $s_{\max} = 15 f = 15 \times 16,0 = 240,0 \text{ mm}$.

Maksymalny rozstawy strzemion – wymagania dla słupów:

$$s_{\max} = \min\{h; b\} = \min\{250,0; 350,0\} = 250,0 \quad s_{\max} \leq 400 \text{ mm}$$

przyjęto $s_{\max} = 250,0 \text{ mm}$.

Ze względu na zbrojenie $s_{\max} = 15 f = 15 \times 16,0 = 240,0 \text{ mm}$.

Przyjęto strzemiona 4-cięte, prostopadłe do osi pręta o rozstawie **20,0** cm, dla których stopień zbrojenia na ścinanie wynosi:

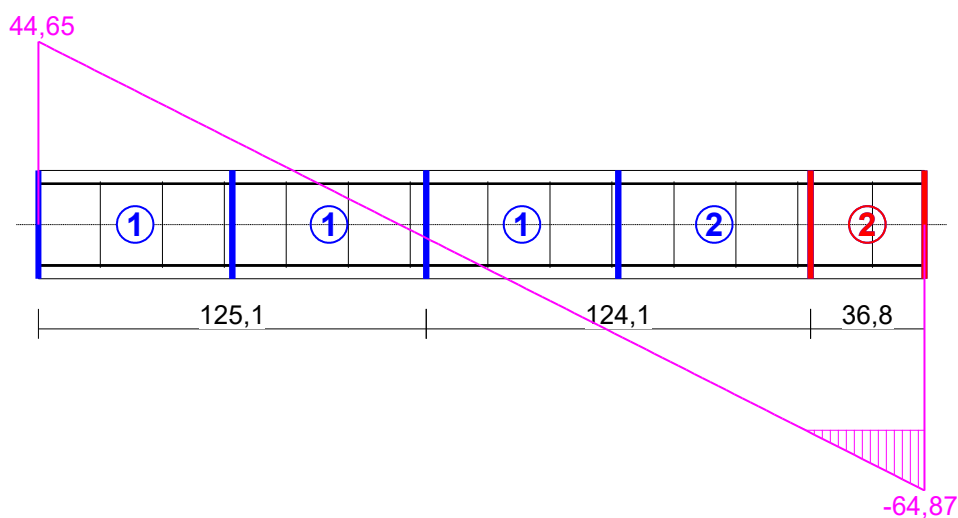
$$r_w = A_{sw} / (s b_w \sin \alpha) = 1,13 / (20,0 \times 25,0 \times 1,000) = 0,00226$$

$$r_w = \mathbf{0,00226} > \mathbf{0,00064} = r_{w \text{ min}}$$

Ścinanie

zadanie POZ-P2, pręt nr 1.

Przyjęto podparcie lub obciążenie pośrednie.



Odcinek nr 5

Początek i koniec odcinka: $x_a = 249,2 \quad x_b = 286,0 \text{ cm}$

Siły przekrojowe: $N_{Sd} = 0,00;$

$$V_{Sd \text{ max}} = -64,87 \text{ kN}$$

Rodzaj odcinka:

$$r_L = \frac{A_{sL}}{b_w d} = \frac{8,04}{25,0 \times 30,7} = 0,01048; \quad r_L \leq 0,01$$

Przyjęto $r_L = 0,01000$.

$$s_{cp} = N_{sd} / A_c = 0,00 / 985,93 \times 10 = 0,00 \text{ MPa} \quad s_{cp} \leq 0,2 f_{cd}$$

Przyjęto $s_{cp} = 0,00 \text{ MPa}$.

$$\begin{aligned} V_{Rd1} &= [0,35 k f_{ctd} (1,2 + 40 r_L) + 0,15 s_{cp}] b_w d = \\ &= [0,35 \times 1,29 \times 0,90 \times (1,2 + 40 \times 0,01000) + 0,15 \times 0,00] \times 25,0 \times 30,7 \times 10^{-1} = 49,90 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$V_{sd} = 64,87 > 49,90 = V_{Rd1}$$

Nośność odcinka II-go rodzaju:

Przyjęto kąt $\alpha = 44,3^\circ$

$$n = 0,6 (1 - f_{ck} / 250) = 0,6 \times (1 - 16 / 250) = 0,562$$

$$\frac{D V_{Rd}}{s_2} = \frac{A_{sw2} f_{ywd2}}{s_2} z \cos \alpha \times 10^{-1} = 0 \text{ kN}$$

$$\frac{D V_{Rd}}{s_2} \leq v f_{cd} b_w z \frac{\cot \theta}{1 + \cot^2 \theta} \frac{\cot \alpha}{2 \cot \theta + \cot \alpha} \times 10^{-1} = 0 \text{ kN}$$

Przyjęto $D V_{Rd} = 0,00 \text{ kN}$.

$$\begin{aligned} V_{Rd2} &= v f_{cd} b_w z \frac{\cot \theta}{1 + \cot^2 \theta} + \Delta V_{Rd} = \\ &= 0,562 \times 10,7 \times 25,0 \times 26,6 \frac{1,026}{1 + 1,026^2} \times 10^{-1} + 0,00 = 199,98 \text{ kN} \end{aligned}$$

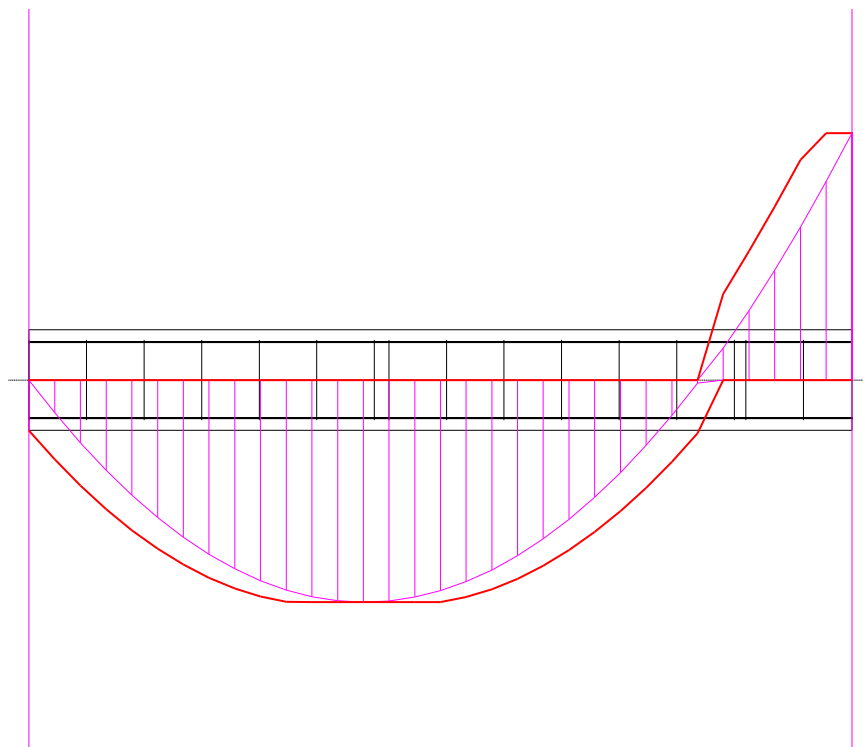
$$V_{sd} = \mathbf{64,87} < \mathbf{199,98} = V_{Rd2}$$

$$\begin{aligned} V_{Rd3} &= V_{Rd31} + V_{Rd32} = \frac{A_{sw1} f_{ywd1}}{s_1} z \cot \theta + \frac{A_{sw2} f_{ywd2}}{s_2} z (\cot \theta + \cot \alpha) \sin \alpha = \\ &= \frac{1,13 \times 420}{20,0} 26,6 \times 1,026 \times 10^{-1} = 64,87 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$V_{sd} = \mathbf{64,87} = \mathbf{64,87} = V_{Rd3}$$

Nośność zbrojenia podłużnego

zadanie POZ-P2, pręt nr 1.



Sprawdzenie siły przenoszonej przez zbrojenie rozciągane dla $x = 2,771$ m:

$$\Delta F_{td} = 0,5 |V_{Sd}| (\cot \alpha - V_{Rd32} / V_{Rd3} \cot \alpha) = 0,5 \times -61,45 \times (1,026 - 0,00 / 64,87 \times 0,000) = 31,51 \text{ kN}$$

Sumaryczna siła w zbrojeniu rozciągany:

$$F_{td} = F_{td,m} + \Delta F_{td} = 87,64 + 31,51 = 119,16 \text{ kN};$$

$$F_{td} \leq F_{td,max} = 108,98 \text{ kN}$$

Przyjęto $F_{td} = 108,98 \text{ kN}$

$$F_{td} = \mathbf{108,98} < \mathbf{337,78} = 8,04 \times 420 \times 10^{-1} = A_s f_{yd}$$

Zarysowanie

zadanie POZ-P2, pręt nr 1,

Położenie przekroju:

$$x = 2,860 \text{ m}$$

Siły przekrojowe od obc. długotrwałych:

$$M_{Sd} = -21,54 \text{ kNm}$$

$$N_{Sd} = 0,00 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = -48,31 \text{ kN}$$

Wymiary przekroju:

$$b_w = 25,0 \text{ cm}$$

$$d = h - a_1 = 35,0 - 4,3 = 30,7 \text{ cm}$$

$$A_c = 875 \text{ cm}^2$$

$$W_c = 5104 \text{ cm}^3$$

Minimalne zbrojenie:

Wymagane pole zbrojenia rozciąganego dla zginania, przy naprężeniach wywołanych przyczynami zewnętrznymi, wynosi:

$$A_s = k_c k f_{ct,eff} A_{ct} / s_{s,lim} =$$

$$= 0,4 \times 1,0 \times 1,9 \times 437 / 240 = 1,39 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1} = \mathbf{8,04} > \mathbf{1,39} = A_s$$

Zarysowanie:

$$M_{Cr} = f_{ctm} W_C = 1,9 \times 5104 \times 10^{-3} = 9,70 \text{ kNm}$$

$$M_{Sd} = 21,54 > 9,70 = M_{Cr}$$

Przekrój zarysowany.

Szerokość rozwarcia rysy prostopadłej do osi pręta:

Przyjęto $k_2 = 0,5$.

$$r_r = A_s / A_{ct,eff} = 8,04 / 191 = 0,04205$$

$$s_{rm} = 50 + 0,25 k_1 k_2 f / r_r = 50 + 0,25 \times 0,8 \times 0,5 \times 16 / 0,04205 = 88,05$$

$$e_{sm} = s_s / E_s [1 - b_1 b_2 (s_{sr} / s_s)^2] =$$

$$= 100,8 / 200000 \times [1 - 1,0 \times 0,5 \times (9,70 / 21,54)^2] = 0,00045$$

$$w_k = b s_{rm} e_{sm} = 1,7 \times 88,05 \times 0,00045 = 0,07 \text{ mm}$$

$$w_k = \mathbf{0,07 < 0,3} = w_{lim}$$

Szerokość rozwarcia rysy ukośnej:

$$r_{w1} = \frac{A_{sw1}}{s_1 b_w} = \frac{1,13}{20,0 \times 25,0} = 0,00226$$

$$r_{w2} = \frac{A_{s2}}{s_2 b_w \sin \alpha} = 0,00000$$

$$r_w = r_{w1} + r_{w2} = 0,00226 + 0,00000 = 0,00226$$

$$l = \frac{1}{3 \left[\frac{\rho_{w1}}{\eta_1 \phi_1} + \frac{\rho_{w2}}{\eta_2 \phi_2} \right]} = \frac{1}{3 \times [0,00226 / (0,7 \times 6,0)]} = 618,94$$

$$t = \frac{V_{Sd}}{b_w d} = \frac{-48,31}{25,0 \times 30,7} \times 10 = 0,629 \text{ MPa}$$

$$w_k = \frac{4 \tau^2 \lambda}{\rho_w E_s f_{ck}} = \frac{4 \times 0,629^2 \times 618,94}{0,00226 \times 200000 \times 16} = 0,14 \text{ mm}$$

$$w_k = \mathbf{0,14 < 0,3} = w_{lim}$$

Ugięcia

zadanie POZ-P2, pręt nr 1

Ugięcia wyznaczono dla charakterystycznych obciążeń długotrwałych.

Współczynniki pełzania dla obciążeń długotrwałych przyjęto równy $f(t, t_0) = 2,00$.

$$E_{c,eff} = \frac{E_{cm}}{1 + \phi(t, t_0)} = \frac{29000}{1 + 2,00} = 9667 \text{ MPa}$$

Moment rysujący:

$$M_{Cr} = f_{ctm} W_C = 1,9 \times 5104 \times 10^{-3} = 9,70 \text{ kNm}$$

Całkowity moment zginający $M_{Sd} = -21,54 \text{ kN}$ powoduje zarysowanie przekroju.

Sztywność dla długotrwałego działania obciążeń długotrwałych:

Sztywność na zginanie wyznaczona dla momentu $M_{Sd} = -21,54 \text{ kNm}$.

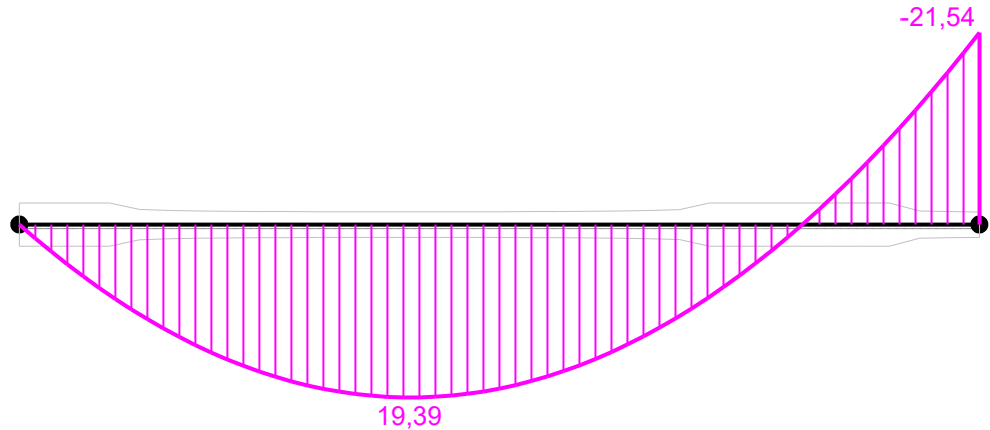
Wielkości geometryczne przekroju:

$$x_I = 17,5 \text{ cm} \quad I_I = 147309 \text{ cm}^4$$

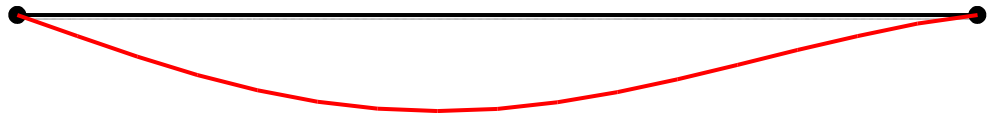
$$x_{II} = 12,0 \text{ cm} \quad I_{II} = 82451 \text{ cm}^4$$

$$B = \frac{E_{c,eff} I_{II}}{1 - \beta_1 \beta_2 (M_{cr} / M_{Sd})^2 (1 - I_{II} / I_I)} =$$

$$= \frac{9667 \times 82451}{1 - 1,0 \times 0,5 \times (9,70/21,54)^2 \times (1 - 82451/147309)} \times 10^{-5} = 8343 \text{ kNm}_2$$



Wykres sztywności i momentów dla obciążeń długotrwałych.



Ugięcia.

Ugięcie w punkcie o współrzędnej $x = 1,251 \text{ m}$, wyznaczone poprzez całkowanie funkcji krzywizny osi pręta ($1/r$) z uwzględnieniem zmiany sztywności wzdłuż osi elementu, wynosi:

$$a = a_{\check{y},d} = 1,4 \text{ mm}$$

$$a = 1,4 < 14,3 = a_{lim}$$

POZ.W1_DACHOWY WIĄZAR DREWNIANY

Zebranie obciążeń dla podciągu żelbetowego POZ.W1

stałe:

– dachówka ceramiczna	0,80 kN/m ²	y=1,35
– deskowanie pełne	0,21 kN/m ²	y=1,35
– izolacja wełna min	0,12 kN/m ²	y=1,35
– sufit podwieszany	0,24 kN/m ²	y=1,35

zmienne:

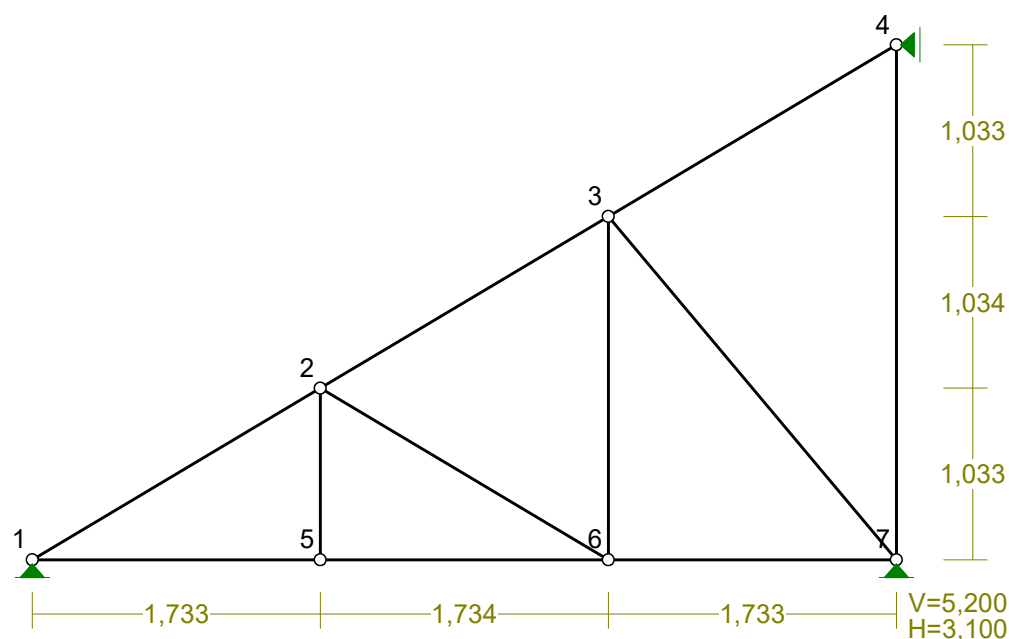
– śnieg II strefa	0,50 kN/m ²	y=1,5
– wiatr I strefa	+/- 0,18 kN/m ²	y=1,5

do obliczeń przyjęto rozstaw wiązarów co 80cm.

RM_Win v. 11.88 licencja nr 2042

NAZWA: wiazar_W1

WĘZŁY:



WĘZŁY:

Nr:	X [m]:	Y [m]:	Nr:	X [m]:	Y [m]:
1	0,000	0,000	5	1,733	0,000
2	1,733	1,033	6	3,467	0,000
3	3,467	2,067	7	5,200	0,000
4	5,200	3,100			

PODPORY:

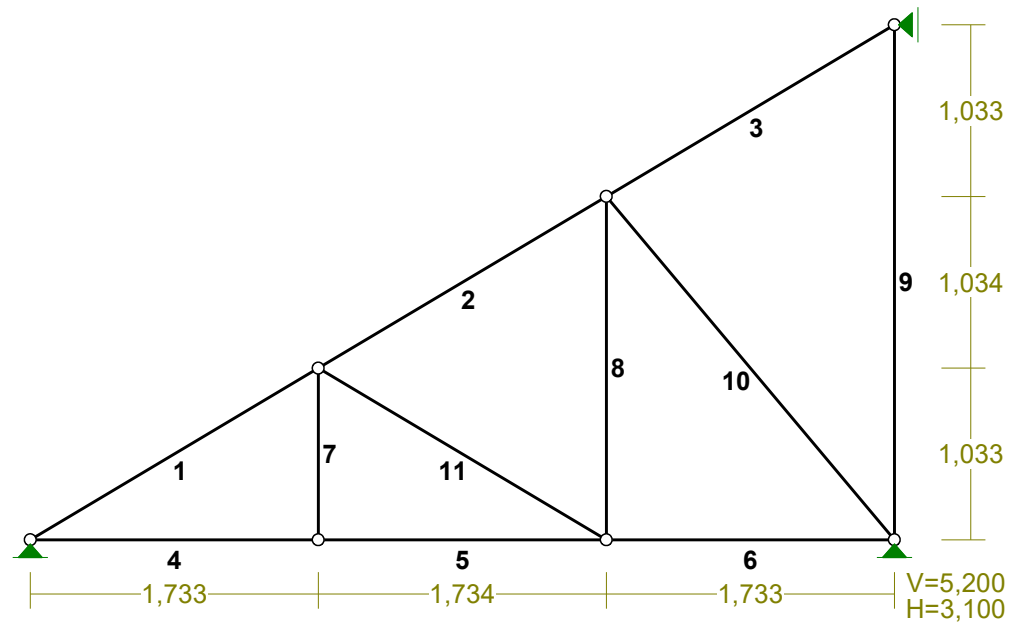
Podatności

Węzeł:	Rodzaj:	Kąt:	Dx(Do*): [m / k N]	Dy: [rad/kNm]	DFi:
1	stała	0,0	0,0	0,0	
4	przesuwna	90,0	0,0*		
7	stała	0,0	0,0	0,0	

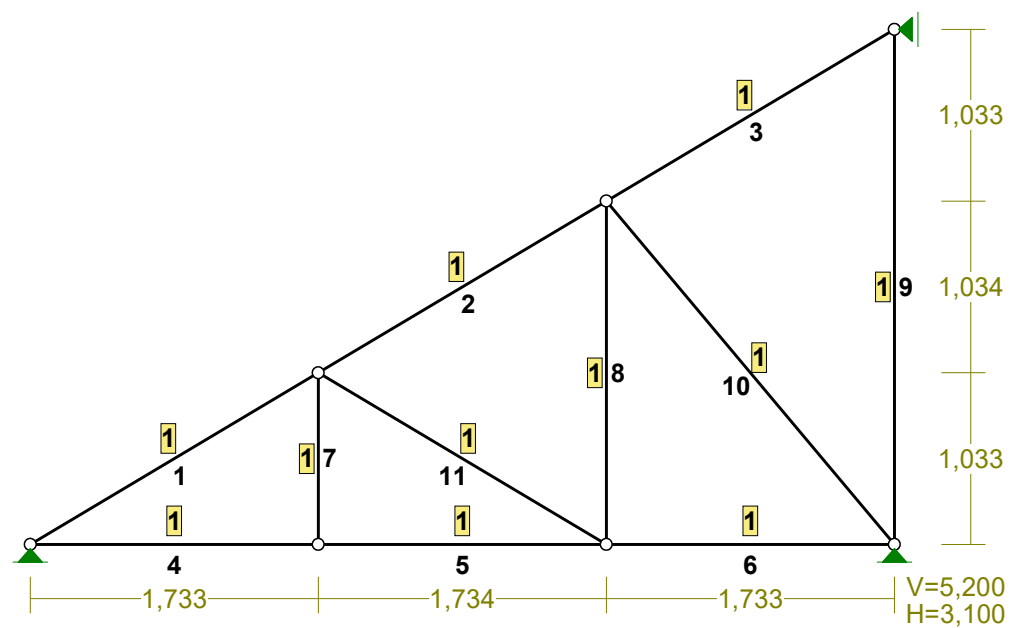
OSIADANIA:

Węzeł:	Kąt:	Wx(Wo*)[m]:	Wy[m]:	Fio[grad]:
Brak Osiadań				

PRĘTY:



PRZĘKROJE PRĘTÓW:



PRĘTY UKŁADU:

Typy prętów: 00 - sztyw.-sztyw.; 01 - sztyw.-przegub;

10 - przegub-sztyw.; 11 - przegub-przegub
22 - ciągnio

Pręt: Typ: A: B: Lx[m]: Ly[m]: L[m]: Red.EJ: Przekrój:

1	11	0	1	1,733	1,033	2,018	1,000	1 B 145x60
2	11	1	2	1,734	1,034	2,019	1,000	1 B 145x60
3	11	2	3	1,733	1,033	2,018	1,000	1 B 145x60
4	11	0	4	1,733	0,000	1,733	1,000	1 B 145x60
5	11	4	5	1,734	0,000	1,734	1,000	1 B 145x60
6	11	5	6	1,733	0,000	1,733	1,000	1 B 145x60
7	11	4	1	0,000	1,033	1,033	1,000	1 B 145x60
8	11	5	2	0,000	2,067	2,067	1,000	1 B 145x60
9	11	6	3	0,000	3,100	3,100	1,000	1 B 145x60
10	11	2	6	1,733	-2,067	2,697	1,000	1 B 145x60
11	11	1	5	1,734	-1,033	2,018	1,000	1 B 145x60

WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:

Nr. A[cm²] Ix[cm⁴] Iy[cm⁴] Wg[cm³] Wd[cm³] h[cm] Materiał:

1	87,0	1524	261	210	210	14,5	1,3E+2	Drewno C24
---	------	------	-----	-----	-----	------	--------	------------

STAŁE MATERIAŁOWE:

Materiał:	Moduł E: [kN/mm ²]	Napręż.gr.: [N/mm ²]	AlfaT: [1/K]
-----------	-----------------------------------	-------------------------------------	-----------------

127 Drewno C24	11	24,000	5,0E-6
----------------	----	--------	--------

W Y N I K I wg PN 82/B-02000

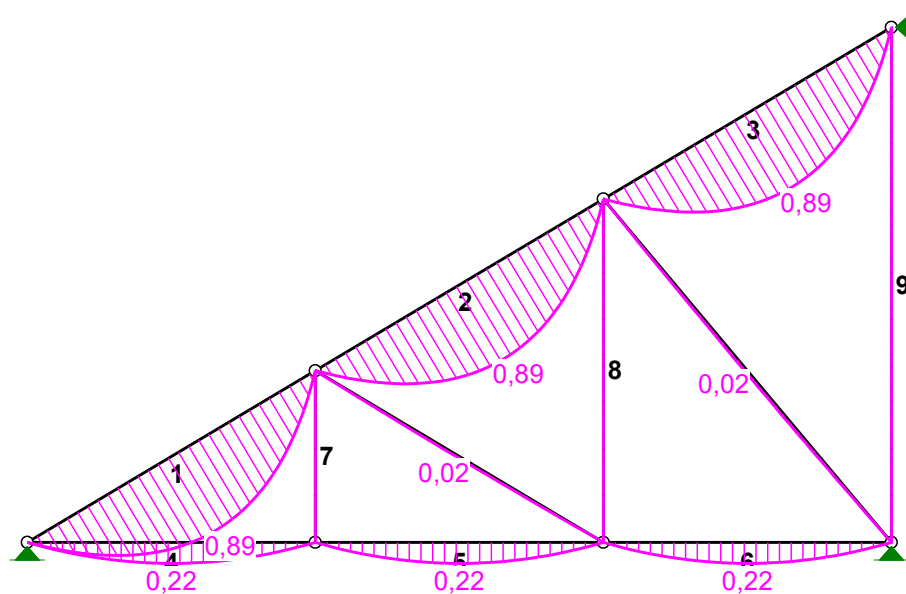
Teoria I-go rzędu

RM_Win v. 11.88 licencja nr 2042

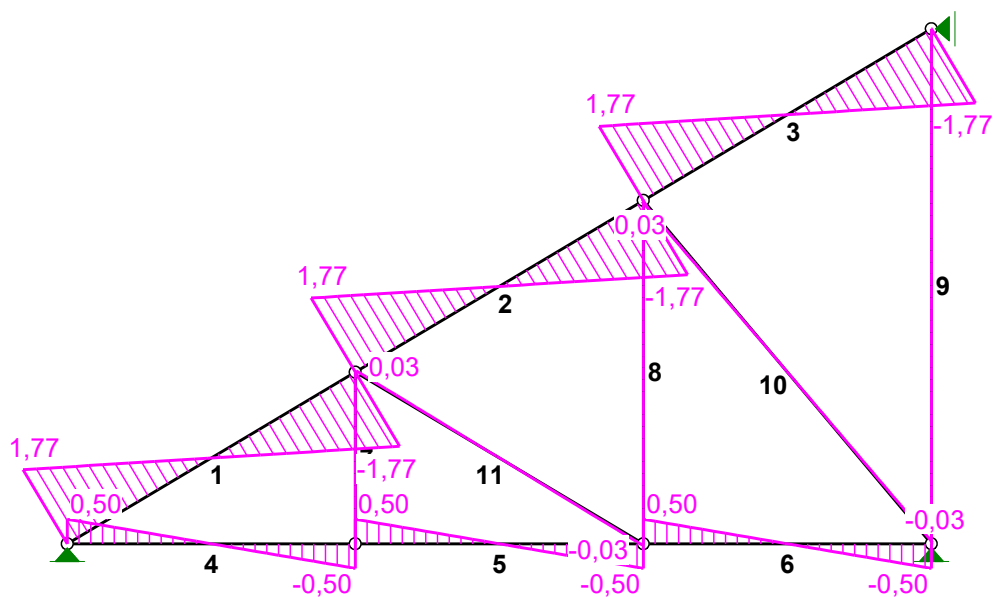
OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

Grupa:	Znaczenie:	gf:	yd:
CW-"Ciężar własny"	Stałe	1,10	
A-"pokrycie dachu"	Stałe	1,35	
D-"izolacja + sufit podw."	Stałe	1,35	
B-"śnieg II strefa"	Zmienne	1 1,50	1,00
C-"wiatr I strefa"	Zmienne	1 1,50	1,00

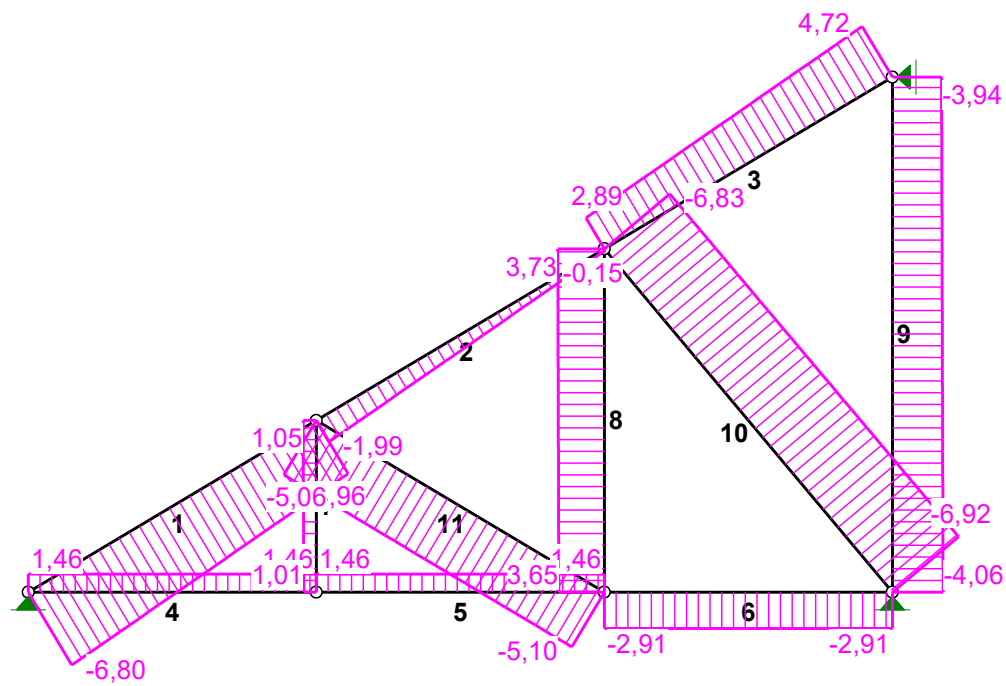
MOMENTY:



TNĄCE:



NORMALNE:



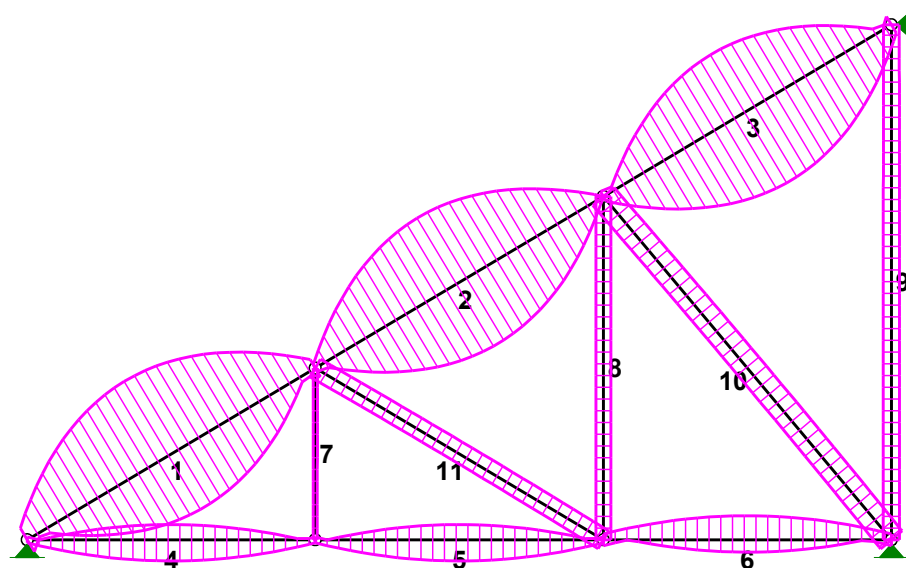
SIŁY PRZEKROJOWE: T.I rzędu

Obciążenia obl.: CW ADBC

Pręt:	x/L:	x[m]:	M[kNm]:	Q[kN]:	N[kN]:
1	0,00	0,000	0,00	1,77	-6,80
	0,50	1,009	0,89*	0,00	-5,88
	1,00	2,018	0,00	-1,77	-4,96
2	0,00	0,000	0,00	1,77	-1,99
	0,50	1,009	0,89*	0,00	-1,07
	1,00	2,019	0,00	-1,77	-0,15
3	0,00	0,000	0,00	1,77	2,89
	0,50	1,009	0,89*	0,00	3,80
	1,00	2,018	0,00	-1,77	4,72
4	0,00	0,000	0,00	0,50	1,46
	0,50	0,867	0,22*	0,00	1,46
	1,00	1,733	0,00	-0,50	1,46
5	0,00	0,000	0,00	0,50	1,46
	0,50	0,867	0,22*	0,00	1,46
	1,00	1,734	0,00	-0,50	1,46
6	0,00	0,000	0,00	0,50	-2,91
	0,50	0,867	0,22*	0,00	-2,91
	1,00	1,733	0,00	-0,50	-2,91
7	0,00	0,000	0,00	0,00	1,01
	1,00	1,033	0,00	0,00	1,05
8	0,00	0,000	0,00	0,00	3,65
	1,00	2,067	0,00	0,00	3,73
9	0,00	0,000	0,00	0,00	-4,06
	1,00	3,100	0,00	0,00	-3,94
10	0,00	0,000	0,00	0,03	-6,83
	0,51	1,370	0,02*	0,00	-6,88
	1,00	2,697	0,00	-0,03	-6,92
11	0,00	0,000	0,00	0,03	-5,06
	0,52	1,041	0,02*	0,00	-5,08
	0,49	0,986	0,02*	0,00	-5,08
	1,00	2,018	0,00	-0,03	-5,10

* = Wartości ekstremalne

NAPRĘŻENIA:



NAPRĘŻENIA: T.I rzędu

Obciążenia obl.: CW ADBC

Pręt:	x/L:	x[m]:	SigmaG:	SigmaD:	SigmaMax/Ro:
			[MPa]		

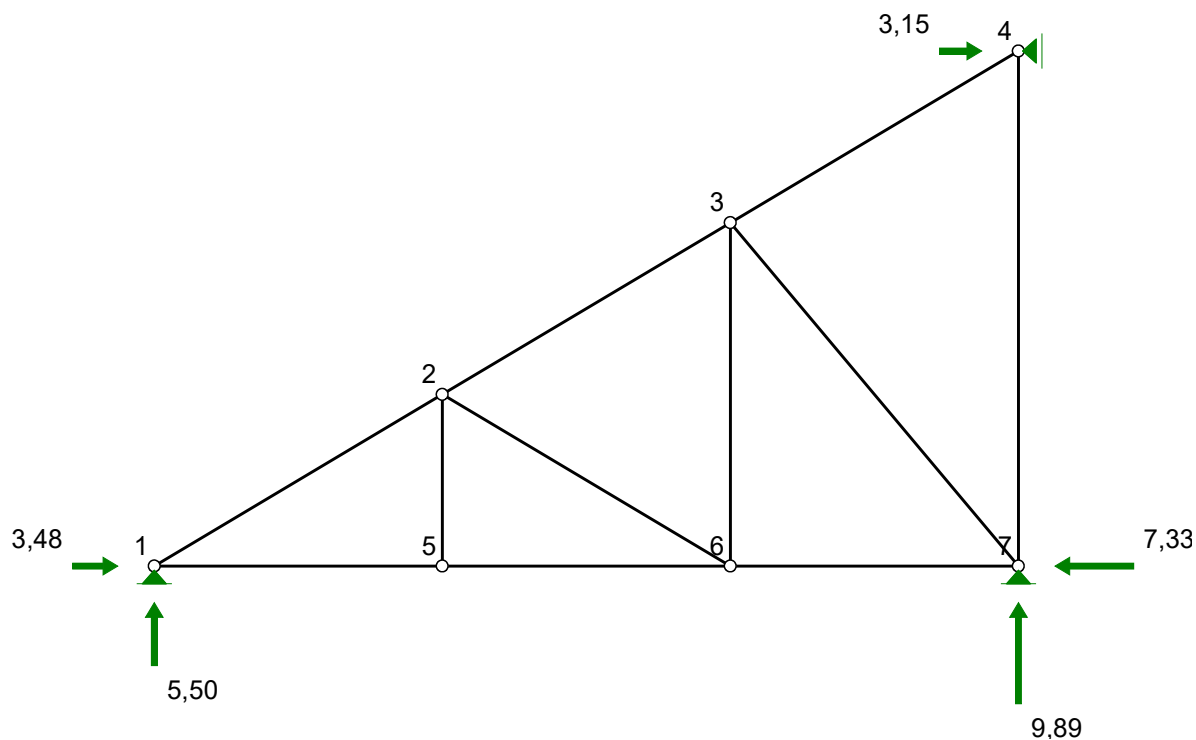
127 Drewno C24

1	0,00	0,000	-0,78	-0,78	0,033
	0,49	0,993	-4,92	3,56	0,205*
	1,00	2,018	-0,57	-0,57	0,024
2	0,00	0,000	-0,23	-0,23	0,010
	0,49	0,994	-4,37	4,12	0,182*
	1,00	2,019	-0,02	-0,02	0,001
3	0,00	0,000	0,33	0,33	0,014
	0,50	1,017	-3,80	4,68	0,195*
	1,00	2,018	0,54	0,54	0,023
4	0,00	0,000	0,17	0,17	0,007
	0,50	0,867	-0,87	1,20	0,050*
	1,00	1,733	0,17	0,17	0,007
5	0,00	0,000	0,17	0,17	0,007
	0,50	0,867	-0,87	1,20	0,050*
	1,00	1,734	0,17	0,17	0,007
6	0,00	0,000	-0,33	-0,33	0,014
	0,50	0,867	-1,37	0,70	0,057*
	1,00	1,733	-0,33	-0,33	0,014

7	0,00	0,000	0,12	0,12	0,005*
	1,00	1,033	0,12	0,12	0,005*
8	0,00	0,000	0,42	0,42	0,017*
	1,00	2,067	0,43	0,43	0,018*
9	0,00	0,000	-0,47	-0,47	0,019*
	1,00	3,100	-0,45	-0,45	0,019*
10	0,00	0,000	-0,79	-0,79	0,033
	0,51	1,380	-0,90	-0,68	0,038*
	1,00	2,697	-0,80	-0,80	0,033
11	0,00	0,000	-0,58	-0,58	0,024
	0,50	1,017	-0,67	-0,50	0,028*
	1,00	2,018	-0,59	-0,59	0,024

* = Wartości ekstremalne

REAKCJE PODPOROWE:



REAKCJE PODPOROWE:

T.I rzędu

Obciążenia obl.: CW ADBC

Węzeł:	H[kN]:	V[kN]:	Wypadkowa[kN]:	M[kNm]:
1	3,48	5,50	6,51	
4	3,15	0,00	3,15	
7	-7,33	9,89	12,31	

REAKCJE PODPOROWE: T.I rzędu

Obciążenia char.: CW ADBC

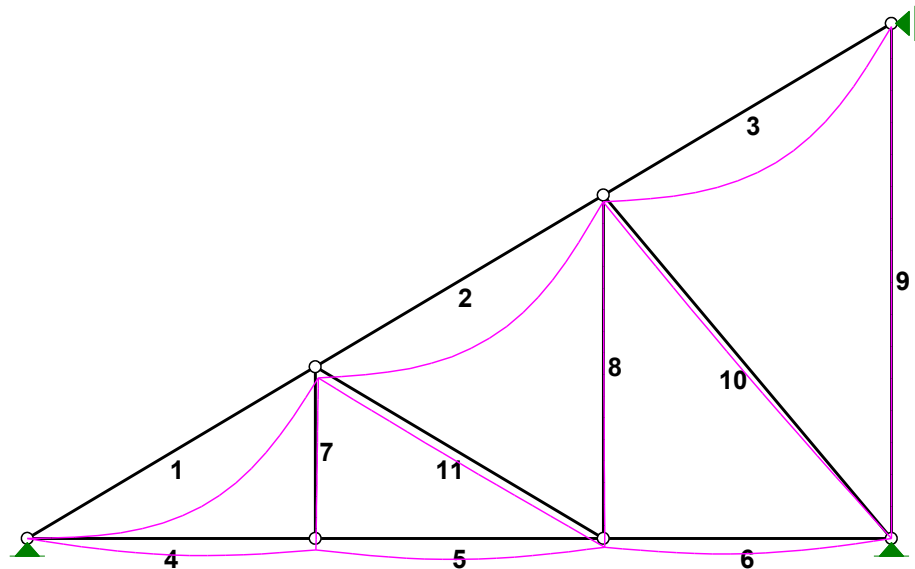
Węzeł:	H[kN]:	V[kN]:	Wypadkowa[kN]:	M[kNm]:
1	2,54	3,98	4,72	
4	2,30	0,00	2,30	
7	-5,30	7,19	8,94	

PRZEMIESZCZENIA WĘZŁÓW: T.I rzędu

Obciążenia char.: CW ADBC

Węzeł:	Ux[m]:	Uy[m]:	Wypadkowe[m]:	Fi[rad]([deg]):
1	0,00000	0,00000	0,00000	
2	0,00009	-0,00032	0,00033	
3	-0,00001	-0,00019	0,00019	
4	0,00000	-0,00009	0,00009	
5	0,00002	-0,00033	0,00033	
6	0,00004	-0,00025	0,00025	
7	0,00000	0,00000	0,00000	

PRZEMIESZCZENIA:

**DEFORMACJE:** T.I rzędu

Obciążenia char.: CW ADBC

Pręt:	Wa[m]:	Wb[m]:	FIa[deg]:	Fib[deg]:	f[m]:	L/f:
1	0,0000	-0,0003	-0,155	0,137	0,0016	1258,4
2	-0,0003	-0,0002	-0,141	0,151	0,0016	1256,0

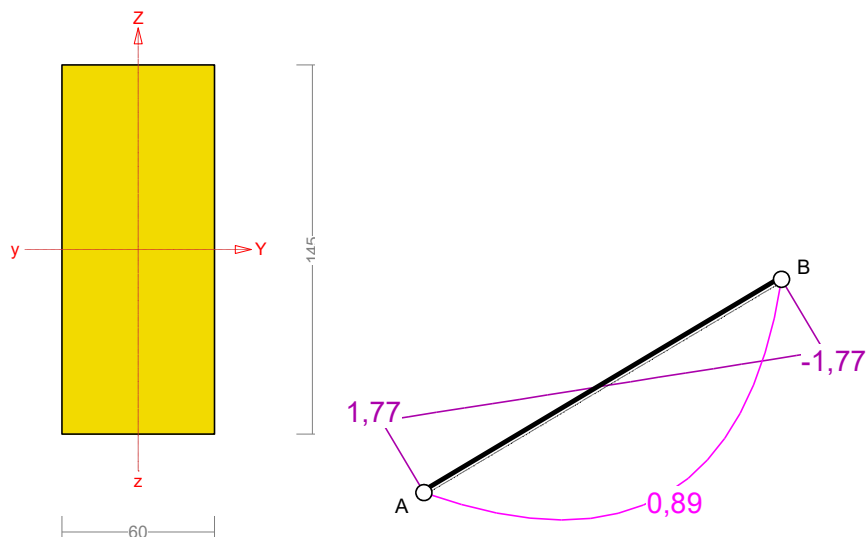
3	-0,0002	-0,0001	-0,143	0,148	0,0016	1258,4
4	0,0000	-0,0003	-0,043	0,021	0,0003	5667,7
5	-0,0003	-0,0002	-0,030	0,035	0,0003	5657,9
6	-0,0002	0,0000	-0,024	0,041	0,0003	5667,7
7	0,0000	-0,0001	-0,004	-0,004	0,0000	INF
8	0,0000	0,0000	0,001	0,001	0,0000	INF
9	0,0000	0,0000	0,000	0,000	0,0000	INF
10	-0,0001	0,0000	-0,004	0,009	0,0001	27950,0
11	-0,0002	-0,0002	-0,003	0,005	0,0000	49889,1

Wyniki wymiarowania elementu drewnianego wg PN-B-03150:2000

RM_Drew v. 4.16 licencja nr 2042

Pręt nr 1

Zadanie: wiazar_W1



Przekrój: 1 „B 145x60”

Wymiary przekroju:

$h=145,0$ mm $b=60,0$ mm.

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$J_y=1524,3$; $J_z=261,0$ cm⁴; $A=87,00$ cm²; $i_y=4,2$; $i_z=1,7$ cm; $W_y=210,3$; $W_z=87,0$ cm³.

Własności techniczne drewna:

Przyjęto **1** klasę użytkowania konstrukcji (*temperatura powietrza 20° i wilgotności powyżej 65% tylko przez kilka tygodni w roku*) oraz klasę trwania obciążenia: **Stale** (*więcej niż 10 lat, np. ciężar własny*).

$$K_{mod} = 0,60$$

$$\gamma_M = 1,3$$

Cechy drewna: **Drewno C24.**

$$f_{m,k} = 24,00$$

$$f_{m,d} = 11,08$$
 MPa

$$f_{t,0,k} = 14,00$$

$$f_{t,0,d} = 6,46$$
 MPa

$$f_{t,90,k} = 0,50$$

$$f_{t,90,d} = 0,23$$
 MPa

$$f_{c,0,k} = 21,00$$

$$f_{c,0,d} = 9,69$$
 MPa

$$f_{c,90,k} = 2,50$$

$$f_{c,90,d} = 1,15$$
 MPa

$$\begin{aligned} f_{v,k} &= 2,50 & f_{v,d} &= 1,15 \text{ MPa} \\ E_{0,\text{mean}} &= 11000 \text{ MPa} \\ E_{90,\text{mean}} &= 370 \text{ MPa} \\ E_{0,05} &= 7400 \text{ MPa} \\ G_{\text{mean}} &= 690 \text{ MPa} \\ \rho_k &= 350 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

Sprawdzenie nośności pręta nr 1

Sprawdzenie nośności przeprowadzono wg PN-B-03150:2000.

Nośność na ściskanie:

Wyniki dla $x_a=1,01 \text{ m}$; $x_b=1,01 \text{ m}$, przy obciążeniach „CW ADBC”.

- długość wyboczeniowa w płaszczyźnie układu (wyznaczona na podstawie podatności węzłów):

$$l_c = \mu l = 1,000 \times 2,018 = 2,018 \text{ m}$$

- długość wyboczeniowa w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$$l_c = \mu l = 1,000 \times 2,018 = 2,018 \text{ m}$$

Długości wyboczeniowe dla wyboczenia w płaszczyznach prostopadłych do osi głównych przekroju, wynoszą:

$$l_{c,y} = 2,018 \text{ m}; \quad l_{c,z} = 2,018 \text{ m}$$

Współczynniki wyboczeniowe:

$$\lambda_y = l_{c,y} / i_y = 2,018 / 0,0419 = 48,20$$

$$\lambda_z = l_{c,z} / i_z = 2,018 / 0,0173 = 116,48$$

$$\sigma_{c,\text{crit},y} = \pi^2 E_{0,05} / \lambda_y^2 = 9,87 \times 7400 / (48,20)^2 = 31,44 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,\text{crit},z} = \pi^2 E_{0,05} / \lambda_z^2 = 9,87 \times 7400 / (116,48)^2 = 5,38 \text{ MPa}$$

$$\lambda_{\text{rel},y} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,\text{crit},y}} = \sqrt{21 / 31,44} = 0,817$$

$$\lambda_{\text{rel},z} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,\text{crit},z}} = \sqrt{21 / 5,38} = 1,975$$

$$k_y = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{\text{rel},y} - 0,5) + \lambda_{\text{rel},y}^2] = 0,5 \times [1 + 0,2 \times (0,817 - 0,5) + (0,817)^2] = 0,866$$

$$k_z = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{\text{rel},z} - 0,5) + \lambda_{\text{rel},z}^2] = 0,5 \times [1 + 0,2 \times (1,975 - 0,5) + (1,975)^2] = 2,598$$

$$k_{c,y} = 1 / (k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{\text{rel},y}^2}) = 1 / (0,866 + \sqrt{0,866^2 - 0,817^2}) = 0,869$$

$$k_{c,z} = 1 / (k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{\text{rel},z}^2}) = 1 / (2,598 + \sqrt{2,598^2 - 1,975^2}) = 0,233$$

Powierzchnia obliczeniowa przekroju $A_d = 87,00 \text{ cm}^2$.

Nośność na ściskanie:

$$\sigma_{c,0,d} = N / A_d = 5,88 / 87,00 \times 10 = \mathbf{0,68 < 2,26} = 0,233 \times 9,69 = k_c f_{c,0,d}$$

Ściskanie ze zginaniem dla $x_a=1,01 \text{ m}$; $x_b=1,01 \text{ m}$, przy obciążeniach „CW ADBC”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,68}{0,869 \times 9,69} + 0,7 \times \frac{0,00}{11,08} + \frac{4,24}{11,08} = \mathbf{0,463 < 1}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,68}{0,233 \times 9,69} + \frac{0,00}{11,08} + 0,7 \times \frac{4,24}{11,08} = \mathbf{0,567 < 1}$$

Nośność na zginanie:

Wyniki dla $x_a=1,01 \text{ m}$; $x_b=1,01 \text{ m}$, przy obciążeniach „CW ADBC”.

Długość obliczeniowa dla **pręta swobodnie podpartego, obciążonego równomiernie lub momentami na końcach**, przy obciążeniu przyłożonym do powierzchni **górnej**, wynosi:

$$l_d = 1,00 \times 2018 + 145 + 145 = 2308 \text{ mm}$$

$$\lambda_{\text{rel,m}} = \sqrt{\frac{l_d h f_{m,d}}{\pi b^2 E_k}} \sqrt{\frac{E_{0,\text{mean}}}{G_{\text{mean}}}} = \sqrt{\frac{2308 \times 145 \times 11,08}{3,142 \times 60^2 \times 7400}} \times \sqrt{\frac{11000}{690}} = 0,420$$

Wartość współczynnika zwichrzenia:

$$\text{dla } \lambda_{\text{rel,m}} \leq 0,75 \quad k_{\text{crit}} = 1$$

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 0,89 / 210,25 \times 10^3 = \mathbf{4,24 < 11,08} = 1,000 \times 11,08 = k_{\text{crit}} f_{m,d}$$

Nośność dla $x_a=1,01 \text{ m}$; $x_b=1,01 \text{ m}$, przy obciążeniach „CW ADBC”:

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{4,24}{11,08} + 0,7 \times \frac{0,00}{11,08} = \mathbf{0,383 < 1}$$

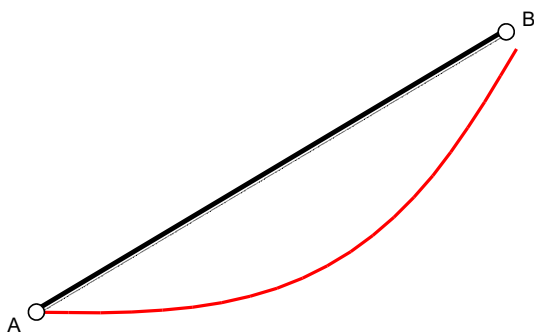
$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,7 \times \frac{4,24}{11,08} + \frac{0,00}{11,08} = \mathbf{0,268 < 1}$$

Nośność ze ściskaniem dla $x_a=1,01 \text{ m}$; $x_b=1,01 \text{ m}$, przy obciążeniach „CW ADBC”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,68^2}{9,69^2} + \frac{4,24}{11,08} + 0,7 \times \frac{0,00}{11,08} = \mathbf{0,388 < 1}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,68^2}{9,69^2} + 0,7 \times \frac{4,24}{11,08} + \frac{0,00}{11,08} = \mathbf{0,273 < 1}$$

Stan graniczny użytkowania:



Wyniki dla $x_a=1,01 \text{ m}$; $x_b=1,01 \text{ m}$, przy obciążeniach „CW ADBC”.

Ugięcie graniczne

$$u_{\text{net,fin}} = l / 150 = 13,5 \text{ mm}$$

Ugięcia od obciążeń stałych („CW AD”) oraz długotrwałej części obciążeń zmiennych („BC”):

$$u_{z,\text{fin}} = u_{z,\text{inst}} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1 + k_{\text{def}}) = -1,8 \times [1 + 19,2 \times (145,0/2018)^2] (1 + 0,60) = -3,1 \text{ mm}$$

$$u_{y,\text{fin}} = u_{y,\text{inst}} (1 + k_{\text{def}}) = 0,0 \times (1 + 0,60) = 0,0 \text{ mm}$$

Ugięcia od krótkotrwałej części obciążeń zmiennych („BC”):

Klasa trwania krótkotrwałej części obciążeń zmiennych: **Stale** (więcej niż 10 lat, np. ciężar własny).

$$u_{z,fin} = u_{z,inst} [1 + 19,2 (h/L)^2](1+k_{def}) = 0,0 \times [1 + 19,2 \times (145,0/2018)^2](1 + 0,60) = 0,0 \text{ mm}$$

$$u_{y,fin} = u_{y,inst} (1+k_{def}) = 0,0 \times (1 + 0,60) = 0,0 \text{ mm}$$

Ugięcie całkowite:

$$u_{z,fin} = -3,1 + 0,0 = \mathbf{3,1} < \mathbf{13,5} = u_{net,fin}$$