PROJEKT TECHNICZNY	
Nazwa zamierzenia budowlanego:	**PRZEBUDOWA DACHU NA BUDYNKU OSP W GAZOMI NOWEJ**
Adres i kategoria obiektu budowlanego:	**Gazomia Nowa,** **97-310 Moszczenica** **kategoria obiektu budowlanego „XVII"**
Nazwa jednostki ewidencyjnej, nazwa i numer obrębu ewidencyjnego oraz numer działek ewidencyjnych	**jednostka ewidencyjna 101006_2 Moszczenica** **obręb 0005 Gazomia Nowa** **Dz. nr ew. 202/1**
Imię i nazwisko,nazwa inwestora oraz jego adres:	**Gmina Moszczenica** **ul. Kosowska 1** **97-310 Moszczenica**

JEDNOSTKA PROJEKTOWA:	pracownia projektowa wierzbowski budownictwo	**Usługi Projektowo- Budowlane** **inż. Andrzej Wierzbowski** **ul. Szkolna 56** **97-300 Piotrków Trybunalski** **tel. 604-603-303**
DATA opracowania:	Październik 2021	

zakres opracowania	**Imię i nazwisko, specjalność**	**nr uprawnień**	**Podpis**
Konstrukcja	*inż. Andrzej Wierzbowski*	LOD/ 0709/ZOOA/07 LOD/0124/PWOK/03	

SPIS TREŚCI:

Projekt techniczny

I. *Opis do projektu* 2
1. Przedmiot opracowania 2
2. Układ przestrzenny oraz forma architektoniczna obiektu budowlanego 2
3. Charakterystyczne parametry obiektu budowlanego 2
4. Opinia geotechniczna- warunki posadowienia 2
5. Wyposazenie budynku w instalację 2
6. Dane dotyczące warunków ochrony przeciwpożarowej 3
7. Wykaz prac związanych z przebudową 3
8. Rozwiązania konstrukcyjne-materiałowe 4
9. Charakterystyka energetyczna 4
10. Obliczenia 4
11. Uwagi 18
12. Ekspertyza stanu technicznego budynku

Część rysunkowa do projektu technicznego

Rys T-01
Rys T-02
Rys T-03
Rys T-04
Rys T-05
Rys T-06

ZAŁĄCZNIKI

Oświadczenie projektanta
Kopia decyzji nadającej uprawnienia projektantowi w specjalności konstr.-bud.
Zaświadczenie ŁOIA o przynależności do Izby

I. OPIS DO PROJEKTU PRZEBUDOWY DACHU NA BUDYNKU OSP GAZOMIA NOWA

1. Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest przebudowa dachu na budynku OSP, zgodnie z odpowiednimi wytycznymi oraz aktualnie obowiązującymi przepisami na terenie nieruchomości dz. nr ewid. 202/1 obręb 0005 Gazomia Nowa, gm. Moszczenica. Kategoria obiektu XVII.

2. Układ przestrzenny oraz forma architektoniczna obiektu budowlanego

Budynek jest obiektem jednokondygnacyjnym bez podpiwniczenia. Wejście główne do budynku bez zmian- od strony północnej. Elewacja północna dwu-kolorowa.
Obecnie budynek posiada dach wielospadowy o konstrukcji drewnianej.
Przebudowa budynku polegać będzie na przebudowie dachu nad budynkiem na dach dwu-spadowy o różnych kątach pochylenia połaci.
W związku z obecnymi przepisami budowlanymi należy wykonać ogniomur na ścianach szczytowych.

3. Charakterystyczne parametry obiektu budowlanego

- powierzchnia użytkowa – 294,63 m^2;
- powierzchnia zabudowy – 350,0 m^2;
- kubatura – 880,0 m^3;
- wysokość górnej krawędzi elewacji frontowej (mierzonej do okapu budynku) – 3,36 m n.śr.p.t.;
- maksymalna wysokość budynku (w kalenicy) – 5,95 m n.śr.p.t.;
- geometria dachu – nad główną bryłą budynku dach dwuspadowy, o kącie nachylenia połaci dachu 11° i 26° ;
- szerokość elewacji frontowej (północnej) – 21,69 m.
- zewnętrzne wymiary budynku – 21,69m x 16,13m;
- **powierzchnia dachu – 380m^2**
- ilość kondygnacji naziemnych –1

4. Opinia geotechniczna-warunki posadowienia

Realizacja przedmiotowego zamierzenia nie wymaga wykonania badań geotechnicznych.

5. Wyposażenie budynku w instalację

- Instalacja wody zimnej;
- Instalacja wody ciepłej;
- Instalacja kanalizacji sanitarnej,
- Instalacja elektryczna;
- wentylacja grawitacyjna;

6. Dane dotyczące warunków ochrony przeciwpożarowej.

- budynek zalicza się do kategorii zagrożenia ludzi ZL III. Główna konstrukcja nośna R30, strop REI 30: Dach i ściany nierozprzestrzeniające ognia NRO.
- budynek stanowić będzie jedną strefę pożarową;
- w budynku nie występują pomieszczenia zagrożone wybuchem;
- wyjście ewakuacyjne z budynku stanowić będzie wejście główne;
- nie wymaga się dróg pożarowych;
- nie wymaga się hydrantów wewnętrznych

7. Wykaz prac związanych z przebudową.

W związku z zamierzeniem inwestora, dotyczącym przebudowy budynku OSP przewiduje się następujące prace budowlane:

- **Przebudowa konstrukcji dachu i pokrycia dachowego**
  Po wykonaniu demontażu istniejącego pokrycia dachowego, demontażu istniejących obróbek blacharskich i orynnowania, należy zdemontować istniejącą konstrukcję więźby dachowej z części budynku od strony północnej (dach jednospadowy). Z części południowej budynku należy zdemontować obróbki blacharskie oraz odsłonić ściany szczytowe i przygotować je do nadmurowania.
  Przed wykonaniem wieńca i nadciągu należy rozebrać ściany szczytowe północnej części budynku do wysokości projektowanego wieńca (zgodnie z rysunkami technicznymi). Wieniec należy zakotwić w ścianach południowej części budynku zgodnie z rysunkiem.
  Po wykonaniu wieńca należy nadmurować ściany szczytowe wraz z ogniomurem oraz kominy.
  Nową konstrukcję dachu połączyć z istniejącą częścią dachu zgodnie z wytycznymi wg rysunku.
  Na tak przygotowanym poszyciu projektuje się folię wstępnego krycia, a następnie projektuje się równolegle do krokwi kontrłaty 3x4cm dostosowane do rozstawu krokwi oraz łaty o wymiarach 4cm x 6cm w rozstawie max.30 cm (rozstaw łat zależny od producenta blachodachówki) na całym budynku.

- **Układ warstw dachu:**
  - blachodachówka
  - łaty drewniane impregnowane przeciw korozji biologicznej 6x4cm w rozstawie skoku blachodachówki
  - kontrłaty drewniane impregnowane 3x4cm w rozstawie krokwi
  - folia dachowa wstępnego krycia nad projektowaną konstrukcja (o gramaturze min 100 g/m2)
  - istniejące deskowanie (wymiana elementów skorodowanych , impregnacja)
  - istniejąca konstrukcja dachu

  Projektuje się wykonanie nowych obróbek blacharskich, obróbki dachowe w kolorze zgodnym z pokryciem dachowym, lub najbardziej zbliżonym do koloru blachodachówki.
  Do wykończenia dachu stosować pełne rozwiązania systemowe!
  Uwaga!! Należy stosować pełne rozwiązania systemowe i stosować się ściśle do wytycznych montażowych danego producenta blachodachówki.
  Uwaga!! Na czas prowadzenia robót należy zabezpieczyć dach przed ewentualnym zalaniem.

- ***Rynny i rury spustowe***
  Przewiduje się wymianę rynien na całym budynku, a także rur spustowych. Kolorystyka zgodna z kolorem obróbek blacharskich lub najbardziej zbliżonym do koloru blachodachówki..
  Zalecana średnica rynien 12,5cm, spadki 0,5-2%, zalecana średnica rur spustowych 10,5cm

  Ponadto:
  Na budynku znajduje się urządzenie alarmowe (syrena strażacka), którą przed wykonaniem prac należy odłączyć od źródła zasilania i zdemontować.
  Po wymianie pokrycia dachowego i wykonaniu obróbek blacharskich należy wykonać ponowny montaż urządzenia generujące sygnał dźwiękowy.

- ***Remont kominów***
  Przed nadmurowaniem kominów należy ocenić ich stan techniczny.W przypadku wykruszeń czy ubytków cegły, należy dokonać napraw poprzez przemurowanie lub w przypadku dobrego stanu technicznego impregnację i następnie uzupełnienie ubytków.
- ***Kolejność robót przy remoncie kominów***
  - Nadmurowanie kominów ponad nową połać dachu
  - Wykonanie nowych tynków cementowo-wapiennych
  - Wykonanie czapki kominowej i impregnacja środkami do betonu
  - wymiana kratek wentylacyjnych i krat zabezpieczających kanały spalinowe.
  - Wykonanie obróbek blacharskich

  Uwaga: przed rozpoczęciem prac rozbiórkowych należy zabezpieczyć przewody wentylacyjne przed zasypaniem gruzem i innymi zanieczyszczeniami; pokrycie wokół kominów należy ochronić przed przypadkowym przecięciem i zniszczeniem.

Zgodnie z warunkami technicznymi należy dostosować budynek do obecnych norm i przepisów, w związku z tym należy w miejsce okien od strony południowej zamontować przegrody szklane (luksfery).

8. Rozwiązania konstrukcyjne-materiałowe.

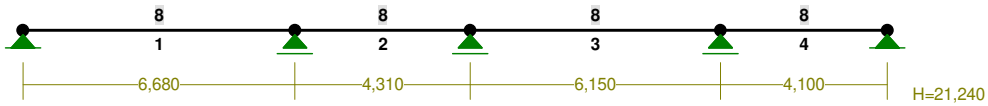
- Ściany zewnętrze – pustak ceramiczny 25cm o wytrzymałości na ściskanie 16MPa na zaprawie zwykłej o wytrzymałości na ściskanie 10MPa + wełna elewacyjna-10 cm.
- Wieniec – żelbetowy monolityczny z betonu C20/25 zbrojony zgodnie z rysunkiem:
- Nadciąg – żelbetowy monolityczny z beton C20/25 zbrojony zgodnie z rysunkiem:
- Kominy – cegła pełna nad dachem otynkować. Czapki kominów z blachy obróbkowej.
- Wypełnienie kotwienia wieńca – stal kształtowa S235JR
- Więźba dachowa drewno C24 wymiary poszczególnych elementów zgodnie z rysunkiem.
- Pokrycie dachowe- blachodachówka
- Blacha płaska na ogniomur i obróbki dekarskie.

9. Charakterystyka energetyczna

Dla przedmiotowej inwestycji nie jest wymagana charakterystyka energetyczna budynku.

10. Obliczenia

Podciąg



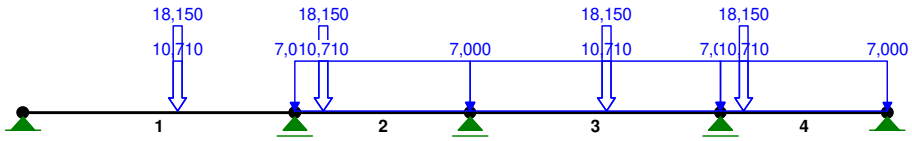
WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:

Nr.	A[cm2]	Ix[cm4]	Iy[cm4]	Wg[cm3]	Wd[cm3]	h[cm]	Materiał:
8	1125,0	189844	58594	8438	8438	45,0	19 B25

STAŁE MATERIAŁOWE:

Materiał:	Moduł E: [kN/mm2]	Napręż.gr.: [N/mm2]	AlfaT: [1/K]
19 B25	30	13,300	1,00E-05

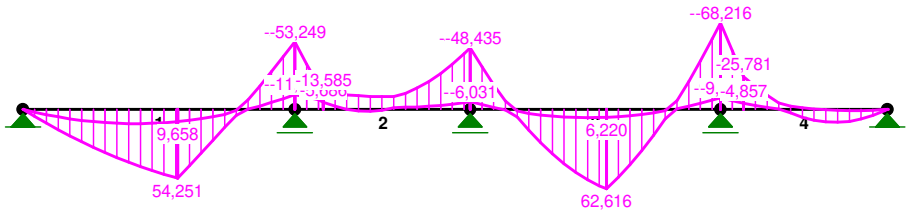
OBCIĄŻENIA:



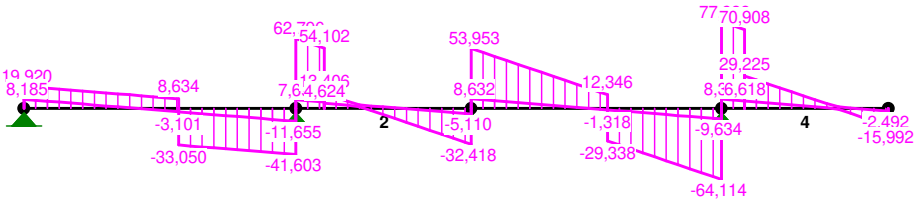
OBCIĄŻENIA: ([kN],[kNm],[kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1(Tg):	P2(Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa: A ""				Zmienne	γf= 1,35	
1	Skupione	0,0	10,710		3,80	
2	Liniowe	0,0	7,000	7,000	0,00	4,31
2	Skupione	0,0	10,710		0,70	
3	Liniowe	0,0	7,000	7,000	0,00	6,15
3	Skupione	0,0	10,710		3,35	
4	Liniowe	0,0	7,000	7,000	0,00	4,10
4	Skupione	0,0	10,710		0,57	
Grupa: B ""				Zmienne	γf= 1,50	
1	Skupione	0,0	18,150		3,80	
2	Skupione	0,0	18,150		0,70	
3	Skupione	0,0	18,150		3,35	
4	Skupione	0,0	18,150		0,57	

MOMENTY-OBWIEDNIE:



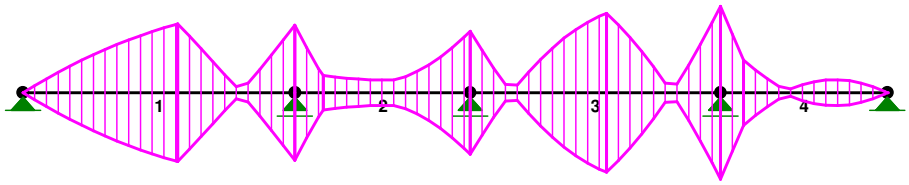
TNĄCE-OBWIEDNIE:



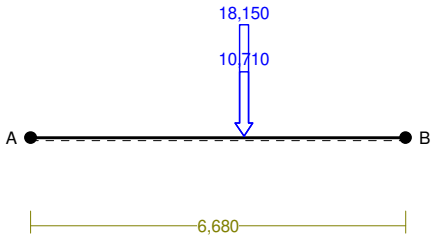
NORMALNE-OBWIEDNIE:

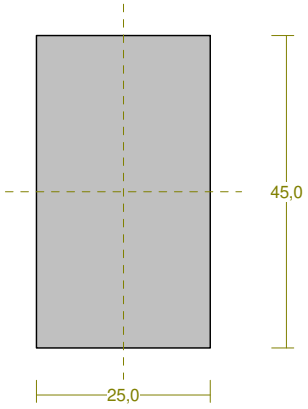


NAPĘŻENIA-OBWIEDNIE:

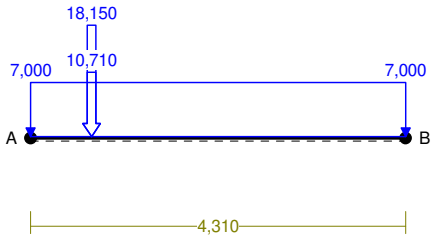


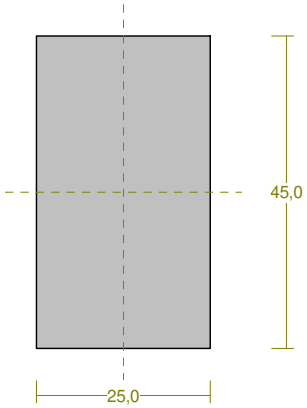
PRĘT NR 1



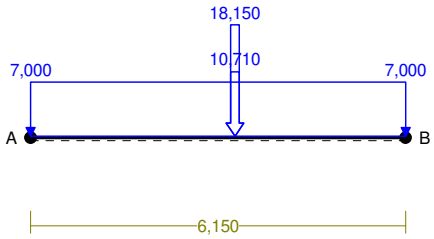


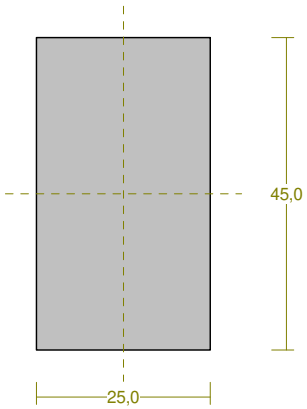
PRĘT NR 2



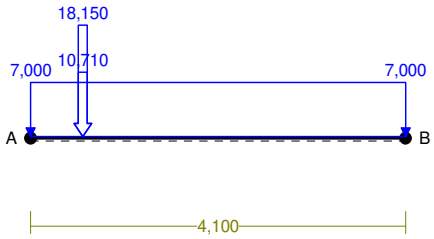


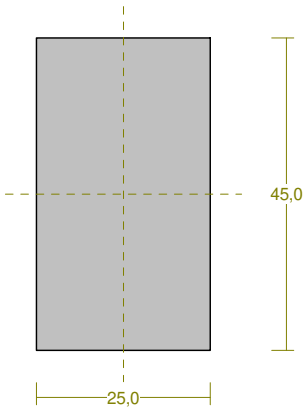
PRĘT NR 3





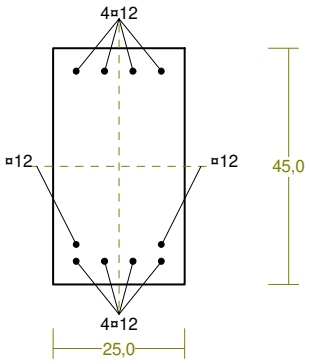
PRĘT NR 4





Cechy przekroju:

pręt nr 1, przekrój: x_a=3,34 m, x_b=3,34 m



Wymiary przekroju [cm]:
h=45,0, b=25,0,
Cechy materiałowe dla sytuacji stałej lub przejściowej
BETON: **B25**
f_{ck}= **20,0** MPa, $f_{cd}=\alpha\cdot f_{ck}/\gamma_c$=1,00×20,0/1,50=**13,3** MPa
Cechy geometryczne przekroju betonowego:
A_c=**1125** cm^2, J_{cx}=**189844** cm^4, J_{cy}=**58594** cm^4
STAL: **A-IIIN** (**RB 500 W**)
f_{yk}=500 MPa, γ_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:
$A_{s1}+A_{s2}$=**11,31** cm^2, $\rho=100\,(A_{s1}+A_{s2})/A_c$ =100×11,31/1125=**1,01** %,
J_{sx}=**3466** cm^4, J_{sy}=**478** cm^4,

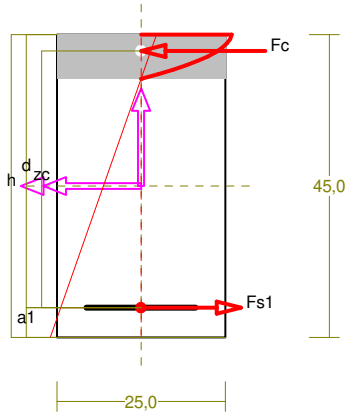
Siły przekrojowe:

pręt nr 1, przekrój: x_a=3,34 m, x_b=3,34 m

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **AB**
Momenty zginające: M_x = -49,966 kNm, M_y = 0,000 kNm,
Siły poprzeczne: V_y = 10,000 kN, V_x = 0,000 kN,
Siła osiowa: N = 0,000 kN = N_{Sd}, .

Zbrojenie wymagane:

(pręt nr 1, przekrój: x_a=3,80 m, x_b=2,88 m)

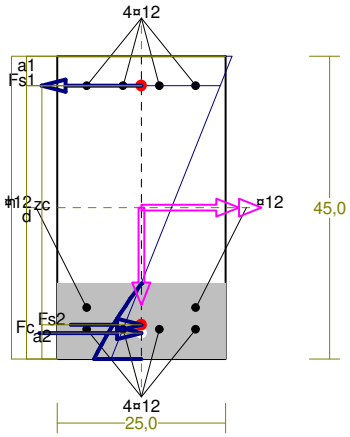


Wielkości obliczeniowe:
N_{Sd}=0,000 kN,
$M_{Sd}=\sqrt{(M_{Sdx}^2+M_{Sdy}^2)}=\sqrt{(-54{,}251^2+0{,}000^2)}$ =54,251 kNm
f_{cd}=13,3 MPa, f_{yd}=420 MPa =f_{td},
Zbrojenie rozciągane (ε_{s1}=10,00 ‰):
A_{s1}=**3,38** cm^2 ⇒ (3¤12 = 3,39 cm^2),
Dodatkowe zbrojenie ściskane nie jest obliczeniowo wymagane.
$A_s=A_{s1}+A_{s2}$=3,38 cm^2, $\rho=100\times A_s/A_c$= 100×3,38/1125=0,30 %
Wielkości geometryczne [cm]:
h=45,0, d=40,6, x=6,5 (ξ=0,161),
a_1=4,4, a_c=2,4, z_c=38,2, A_{cc}=164 cm^2,
ε_c=-1,92 ‰, ε_{s1}=10,00 ‰,
Wielkości statyczne [kN, kNm]:
F_c= -142,165, F_{s1} = 142,165,
M_c= 28,520, M_{s1} = 25,732,
Warunki równowagi wewnętrznej:

F_c+F_{s1}=-142,165+(142,165)=-0,000 kN (N_{Sd}=0,000 kN)
M_c+M_{s1}=28,520+(25,732)=54,252 kNm (M_{Sd}=54,251 kNm)

Nośność przekroju prostopadłego:

pręt nr 1, przekrój: x_a=6,68 m, x_b=0,00 m



Wielkości obliczeniowe:
N_{Sd}=0,000 kN,
$M_{Sd}=\sqrt{(M_{Sdx}^2+M_{Sdy}^2)}=\sqrt{(53{,}249^2+0{,}000^2)}$ =53,249 kNm
f_{cd}=13,3 MPa, f_{yd}=420 MPa =f_{td},
Zbrojenie rozciągane: A_{s1}=**4,52** cm^2,
Zbrojenie ściskane: A_{s2}=**6,79** cm^2,
$A_s=A_{s1}+A_{s2}$=11,31 cm^2, $\rho=100\times A_s/A_c$= 100×11,31/1125=1,01 %
Wielkości geometryczne [cm]:
h=45,0, d=40,6, x=11,2 (ξ=0,276),
a_1=4,4, a_2=5,1, a_c=3,8, z_c=36,8, A_{cc}=280 cm^2,
ε_c=-0,62 ‰, ε_{s2}=-0,38 ‰, ε_{s1}=1,62 ‰,
Wielkości statyczne [kN, kNm]:
F_c= -103,338, F_{s1} = 146,316, F_{s2} = -42,977,
M_c= 19,275, M_{s1} = 26,483, M_{s2} = 7,490,
Warunek stanu granicznego nośności:
M_{Rd} = **71,995** **kNm** >
$M_{Sd}=M_c+M_{s1}+M_{s2}$=19,275+(26,483)+(7,490)=**53,249** kNm

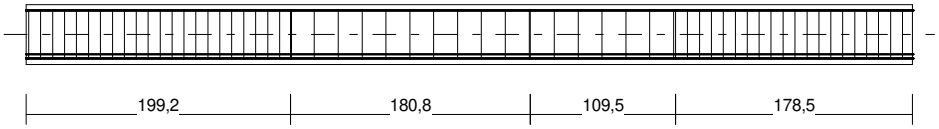
Zbrojenie poprzeczne (strzemiona)

pręt nr 1

Na całej długości pręta przyjęto strzemiona o średnicy ϕ=8 mm ze stali A-IIIN, dla której f_{ywd} = 420 MPa.

Minimalny stopień zbrojenia na ścinanie:

$$\rho_{w,min} = 0{,}08\ \sqrt{f_{ck}}\ / f_{yk} = 0{,}08\times\sqrt{20}\ / 500 = 0{,}00072$$



Rozstaw strzemion:

Strefa nr 1

Początek i koniec strefy: $x_a = 0{,}0$ $x_b = 199{,}2$ cm

Maksymalny rozstawy strzemion – wymagania dla belek:

$s_{max} = 0{,}75\ d = 0{,}75\times395 = 297$ $s_{max} \le 400$ mm

przyjęto s_{max} = 297 mm.

Ze względu na pręty ściskane $s_{max} = 15\ \phi = 15\times12{,}0 = 180{,}0$ mm.

Maksymalny rozstawy strzemion – wymagania dla słupów:

$s_{max} = \min\{h; b\} = \min\{250{,}0; 450{,}0\}=250{,}0$ $s_{max} \le 400$ mm

przyjęto s_{max} = 250,0 mm.

Ze względu na zbrojenie $s_{max} = 15\ \phi = 15\times12{,}0 = 180{,}0$ mm.

Przyjęto strzemiona 3-cięte, prostopadłe do osi pręta o rozstawie **9,0** cm, dla których stopień zbrojenia na ścinanie wynosi:

$$\rho_w = A_{sw} /(s\ b_w \sin\alpha) = 1{,}51 / (9{,}0\times25{,}0\times1{,}000) = 0{,}00670$$

$$\rho_w = \mathbf{0{,}00670 > 0{,}00072} = \rho_{w\ min}$$

Strefa nr 2

Początek i koniec strefy: $x_a = 199{,}2$ $x_b = 380{,}0$ cm

Maksymalny rozstawy strzemion – wymagania dla belek:

$s_{max} = 0{,}75\ d = 0{,}75\times395 = 297$ $s_{max} \le 400$ mm

przyjęto s_{max} = 297 mm.

Ze względu na pręty ściskane $s_{max} = 15\ \phi = 15\times12{,}0 = 180{,}0$ mm.

Maksymalny rozstawy strzemion – wymagania dla słupów:

$s_{max} = \min\{h; b\} = \min\{250{,}0; 450{,}0\}=250{,}0$ $s_{max} \le 400$ mm

przyjęto s_{max} = 250,0 mm.

Ze względu na zbrojenie $s_{max} = 15\ \phi = 15\times12{,}0 = 180{,}0$ mm.

Przyjęto strzemiona 2-cięte, prostopadłe do osi pręta o rozstawie **18,0** cm, dla których stopień zbrojenia na ścinanie wynosi:

$$\rho_w = A_{sw} /(s\ b_w \sin\alpha) = 1{,}01 / (18{,}0\times25{,}0\times1{,}000) = 0{,}00223$$

$$\rho_w = \mathbf{0{,}00223 > 0{,}00072} = \rho_{w\ min}$$

Strefa nr 3

Początek i koniec strefy: $x_a = 380{,}0$ $x_b = 489{,}5$ cm

Maksymalny rozstawy strzemion – wymagania dla belek:

$s_{max} = 0{,}75\ d = 0{,}75\times395 = 297$ $s_{max} \le 400$ mm

przyjęto s_{max} = 297 mm.

Ze względu na pręty ściskane $s_{max} = 15\ \phi = 15\times12{,}0 = 180{,}0$ mm.

Maksymalny rozstawy strzemion – wymagania dla słupów:

$s_{max} = \min\{h; b\} = \min\{250{,}0; 450{,}0\}=250{,}0$ $s_{max} \le 400$ mm

przyjęto s_{max} = 250,0 mm.

Ze względu na zbrojenie $s_{max} = 15\ \phi = 15\times12{,}0 = 180{,}0$ mm.

Przyjęto strzemiona 3-cięte, prostopadłe do osi pręta o rozstawie **18,0** cm, dla których stopień zbrojenia na ścinanie wynosi:

$$\rho_w = A_{sw} /(s\ b_w \sin\alpha) = 1{,}51 / (18{,}0\times25{,}0\times1{,}000) = 0{,}00335$$

$$\rho_w = \mathbf{0{,}00335 > 0{,}00072} = \rho_{w\ min}$$

Strefa nr 4

Początek i koniec strefy: $x_a = 489{,}5$ $x_b = 668{,}0$ cm

Maksymalny rozstawy strzemion – wymagania dla belek:

$s_{max} = 0,75\ d = 0,75 \times 395 = 297 \quad s_{max} \le 400$ mm
przyjęto $s_{max} = 297$ mm.

Ze względu na pręty ściskane $s_{max} = 15\ \phi = 15 \times 12,0 = 180,0$ mm.

Maksymalny rozstawy strzemion – wymagania dla słupów:

$s_{max} = \min\{h; b\} = \min\{250,0; 450,0\} = 250,0 \quad s_{max} \le 400$ mm
przyjęto $s_{max} = 250,0$ mm.

Ze względu na zbrojenie $s_{max} = 15\ \phi = 15 \times 12,0 = 180,0$ mm.

Przyjęto strzemiona 2-cięte, prostopadłe do osi pręta o rozstawie **9,0** cm, dla których stopień zbrojenia na ścinanie wynosi:

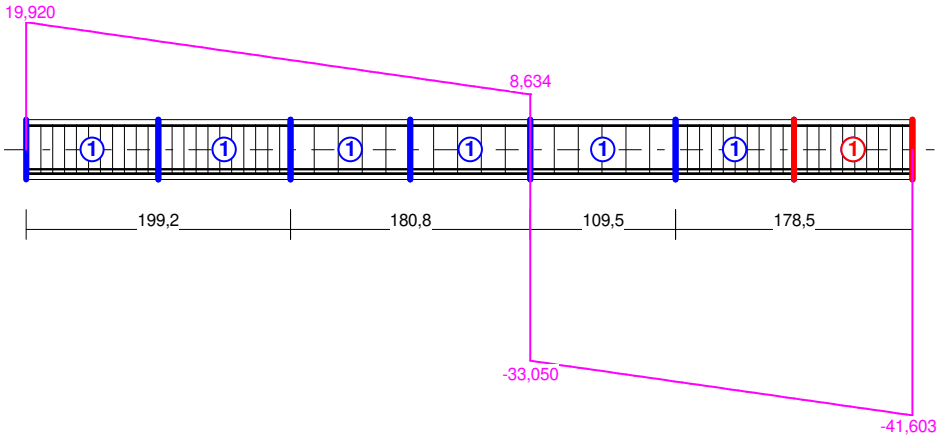
$$\rho_w = A_{sw} / (s\ b_w \sin\alpha) = 1,01 / (9,0 \times 25,0 \times 1,000) = 0,00447$$

$$\rho_w = \mathbf{0,00447} > \mathbf{0,00072} = \rho_{w\ min}$$

Ścinanie

pręt nr 1.

Przyjęto podparcie lub obciążenie pośrednie.



Odcinek nr 7

Początek i koniec odcinka: $x_a = 578,7 \quad x_b = 668,0$ cm

Siły przekrojowe: $N_{Sd} = 0,000$;

$V_{Sd\ max} = -41,603$ kN

Rodzaj odcinka:

$$\rho_L = \frac{A_{sL}}{b_w d} = \frac{4,52}{25,0 \times 39,5} = 0,00458; \qquad \rho_L \le 0,01$$

Przyjęto $\rho_L = 0,00458$.

$\sigma_{cp} = N_{Sd} / A_C = -0,000 / 1200,40 \times 10 = -0,00$ MPa $\quad \sigma_{cp} \le 0,2\ f_{cd}$

Przyjęto $\sigma_{cp} = -0,00$ MPa.

$V_{Rd1} = [0,35\ k\ f_{ctd}\ (1,2 + 40\ \rho_L) + 0,15\ \sigma_{cp}]\ b_w\ d =$

$= [0,35 \times 1,20 \times 1,00 \times (1,2 + 40 \times 0,00458) + 0,15 \times -0,00] \times 25,0 \times 39,5 \times 10^{-1} = 57,412$ kN

$V_{Sd} = 41,603 < 57,412 = V_{Rd1}$

Nośność odcinka I-go rodzaju:

$V_{Sd} = \mathbf{41,603} < \mathbf{57,412} = V_{Rd1}$

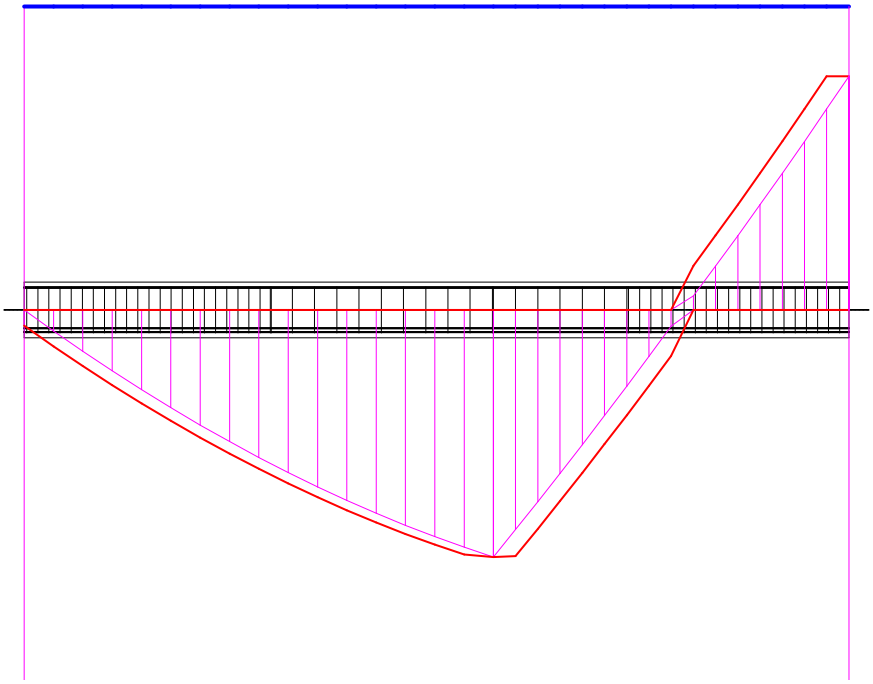
$\nu = 0,6\ (1 - f_{ck} / 250) = 0,6 \times (1 - 20 / 250) = 0,552$

$V_{Rd2} = 0,5\ \nu\ f_{cd}\ b_w\ z = 0,5 \times 0,552 \times 13,3 \times 25,0 \times 36,8 \times 10^{-1} = 337,280$ kN

$V_{Sd} = \mathbf{41,603} < \mathbf{337,280} = V_{Rd2}$

Nośność zbrojenia podłużnego

pręt nr 1.



Sprawdzenie siły przenoszonej przez zbrojenie rozciągane dla x = 6,680 m:

$\Delta F_{td} = 0,5 \, |V_{Sd}| \, (\cot\theta - V_{Rd32}/ V_{Rd3} \cot\alpha) = 0,5\times-41,603\times(1,000) = 20,802$ kN

Sumaryczna siła w zbrojeniu rozciąganym:

$F_{td} = F_{td,m} + \Delta F_{td} = 146,316 + 20,802 = 167,117$ kN;

$F_{td} \le F_{td,max} = 146,316$ kN

Przyjęto $F_{td} = 146,316$ kN

$F_{td} =$ **146,316 < 190,004** $= 4,52\times420 \times10^{-1} = A_s f_{yd}$

Zarysowanie

pręt nr 1,

Położenie przekroju: x = 6,680 m

Siły przekrojowe od obc. całkowitych: $M_{Sd} = -39,542$ kNm

$N_{Sd} = 0,000$ kN

$V_{Sd} = -31,355$ kN

Wymiary przekroju: $b_w = 25,0$ cm

$d = h - a_1 = 45,0 - 4,4 = 40,6$ cm

$A_c = 1125$ cm^2

$W_c = 8438$ cm^3

Minimalne zbrojenie:

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

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

$= 0,4\times1,0\times2,2\times563 / 280 = 1,77$ cm^2

$A_{s1} =$ **4,52 > 1,77** $= A_s$

Zarysowanie:

$M_{cr} = f_{ctm} \, W_c = 2,2\times8438 \times10^{-3} = 18,563$ kNm

$M_{Sd} = 39,542 > 18,563 = M_{cr}$

Przekrój zarysowany.

Szerokość rozwarcia rysy prostopadłej do osi pręta:

Przyjęto $k_2 = 0,5$.

$\rho_r = A_s / A_{ct,eff} = 4,52 / 275 = 0,01645$

$s_{rm} = 50 + 0,25 \, k_1 \, k_2 \, \phi / \rho_r = 50 + 0,25\times0,8\times0,50\times12/0,01645 = 122,95$

$\varepsilon_{sm} = \sigma_s / E_s \, [1 - \beta_1\beta_2 \, (\sigma sr / \sigma s)^2] =$

$= 240,95/200000 \times[1 - 1,0\times0,5\times(18,563/39,542)^2] = 0,00107$

$w_k = \beta\, s_{rm}\, \varepsilon_{sm} = 1,7\times122,95\times0,00107 = 0,22$ mm

$w_k = \mathbf{0,22 < 0,3} = w_{lim}$

Szerokość rozwarcia rysy ukośnej:

Rysy ukośne nie występują.

Ugięcia

pręt nr 1

Ugięcia wyznaczono dla charakterystycznych obciążeń długotrwałych.

Współczynniki pełzania dla obciążeń długotrwałych przyjęto równy $\phi(t,t_o) = 2,00$.

$$E_{c,eff} = \frac{E_{cm}}{1+\phi(t,t_o)} = \frac{30000}{1+2,00} = 10000 \text{ MPa}$$

Moment rysujący:

$M_{cr} = f_{ctm}\, W_c = 2,2\times8438\times10^{-3} = 18,563$ kNm

Całkowity moment zginający $M_{Sd} = 39,562$ kN powoduje zarysowanie przekroju.

Sztywność dla długotrwałego działania obciążeń długotrwałych:

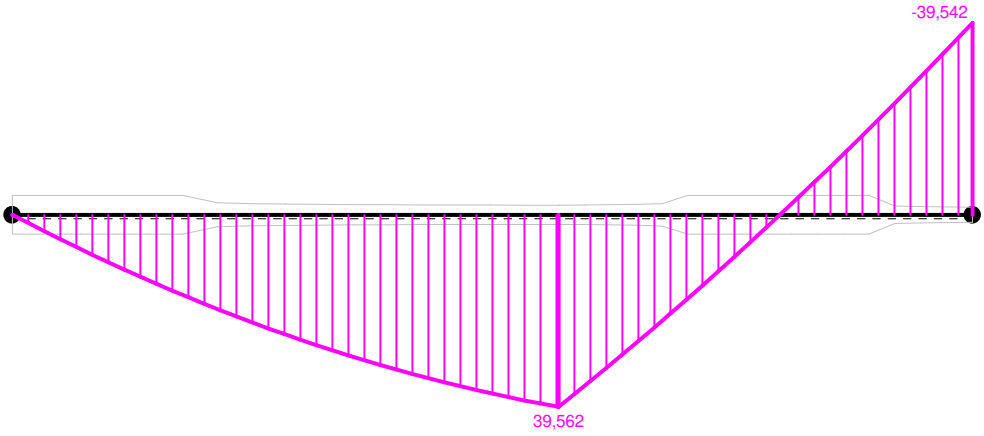
Sztywność na zginanie wyznaczona dla momentu $M_{Sd} = 39,562$ kNm.

Wielkości geometryczne przekroju: $x_I = 23,0$ cm $I_I = 258834$ cm^4

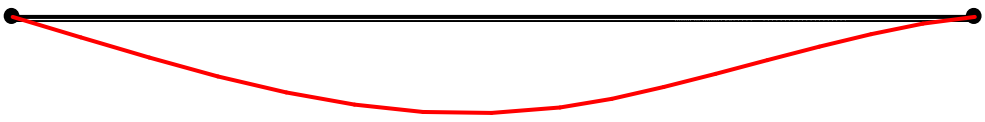
$x_{II} = 14,3$ cm $I_{II} = 119957$ cm^4

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

$$= \frac{10000\times119957}{1 - 1,0\times0,5\times(18,563/39,562)^2\times(1 - 119957/258834)}\times10^{-5} = 12749 \text{ kNm}^2$$



Wykres sztywności i momentów dla obciążeń długotrwałych.



Ugięcia.

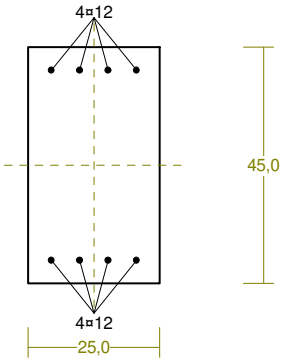
Ugięcie w punkcie o współrzędnej x = 3,087 m, wyznaczone poprzez całkowanie funkcji krzywizny osi pręta $(1/\rho)$ z uwzględnieniem zmiany sztywności wzdłuż osi elementu, wynosi:

$a = a_{\infty,d} = 8{,}8$ mm

$a = \mathbf{8{,}8} < \mathbf{26{,}7} = a_{lim}$

Cechy przekroju:

pręt nr 2, przekrój: x_a=2,15 m, x_b=2,15 m



Wymiary przekroju [cm]:
h=45,0, b=25,0,
Cechy materiałowe dla sytuacji stałej lub przejściowej

BETON: **B25**

f_{ck}= **20,0** MPa, $f_{cd}=\alpha \cdot f_{ck}/\gamma_c$=1,00×20,0/1,50=**13,3** MPa
Cechy geometryczne przekroju betonowego:
A_c=**1125** cm^2, J_{cx}=**189844** cm^4, J_{cy}=**58594** cm^4

STAL: **A-IIIN** (**RB 500 W**)

f_{yk}=500 MPa, γ_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:

$A_{s1}+A_{s2}$=**9,05** cm^2, ρ=100 $(A_{s1}+A_{s2})/A_c$ =100×9,05/1125=**0,80** %,
J_{sx}=**2964** cm^4, J_{sy}=**330** cm^4,

Siły przekrojowe:

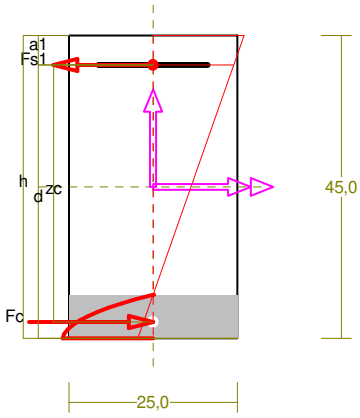
pręt nr 2, przekrój: x_a=2,15 m, x_b=2,15 m

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **AB**

Momenty zginające:	M_x = 7,413 kNm,	M_y = 0,000 kNm,
Siły poprzeczne:	V_y = -5,653 kN,	V_x = 0,000 kN,
Siła osiowa:	N = 0,000 kN = N_{Sd}, .	

Zbrojenie wymagane:

(pręt nr 2, przekrój: x_a=0,00 m, x_b=4,31 m)



Wielkości obliczeniowe:
N_{Sd}=0,000 kN,
$M_{Sd}=\sqrt{(M_{Sdx}^2+M_{Sdy}^2)}=\sqrt{(53{,}249^2+0{,}000^2)}$ =53,249 kNm
f_{cd}=13,3 MPa, f_{yd}=420 MPa =f_{td},
Zbrojenie rozciągane (ε_{s1}=10,00 ‰):
A_{s1}=**3,32** cm^2 ⇒ (3¤12 = 3,39 cm^2),
Dodatkowe zbrojenie ściskane nie jest obliczeniowo wymagane.
$A_s=A_{s1}+A_{s2}$=3,32 cm^2, ρ=100×A_s/A_c= 100×3,32/1125=0,30 %

Wielkości geometryczne [cm]:

h=45,0, d=40,6, x=6,5 (ξ=0,159),
a_1=4,4, a_c=2,4, z_c=38,2, A_{cc}=162 cm^2,
ε_c=-1,90 ‰, ε_{s1}=10,00 ‰,

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

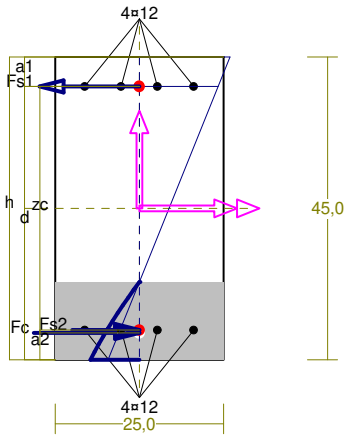
F_c= -139,414, F_{s1} = 139,413,
M_c= 28,015, M_{s1} = 25,234,

Warunki równowagi wewnętrznej:

F_c+F_{s1}=-139,414+(139,413)=-0,001 kN (N_{Sd}=0,000 kN)
M_c+M_{s1}=28,015+(25,234)=53,249 kNm (M_{Sd}=53,249 kNm)

Nośność przekroju prostopadłego:

pręt nr 2, przekrój: x_a=0,00 m, x_b=4,31 m



Wielkości obliczeniowe:
N_{Sd}=0,000 kN,
$M_{Sd}=\sqrt{(M_{Sdx}^2+M_{Sdy}^2)}=\sqrt{(53{,}249^2+0{,}000^2)}$ =53,249 kNm
f_{cd}=13,3 MPa, f_{yd}=420 MPa =f_{td},
Zbrojenie rozciągane: A_{s1}=**4,52** cm^2,
Zbrojenie ściskane: A_{s2}=**4,52** cm^2,
$A_s=A_{s1}+A_{s2}$=9,05 cm^2, $\rho=100\times A_s/A_c$= 100×9,05/1125=0,80 %
Wielkości geometryczne [cm]:
h=45,0, d=40,6, x=11,6 (ξ=0,285),
a_1=4,4, a_2=4,4, a_c=4,0, z_c=36,6, A_{cc}=289 cm^2,
ε_c=-0,64 ‰, ε_{s2}=-0,40 ‰, ε_{s1}=1,61 ‰,
Wielkości statyczne [kN, kNm]:
F_c= -109,892, F_{s1} = 145,777, F_{s2} = -35,885,
M_c= 20,368, M_{s1} = 26,386, M_{s2} = 6,495,
Warunek stanu granicznego nośności:
M_{Rd} = **71,556** **kNm** >
$M_{Sd}=M_c+M_{s1}+M_{s2}$=20,368+(26,386)+(6,495)=**53,249** kNm

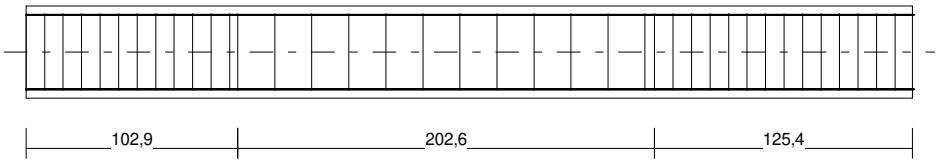
Zbrojenie poprzeczne (strzemiona)

pręt nr 2

Na całej długości pręta przyjęto strzemiona o średnicy ϕ=8 mm ze stali A-IIIN, dla której f_{ywd} = 420 MPa.

Minimalny stopień zbrojenia na ścinanie:

$$\rho_{w,min} = 0{,}08\ \sqrt{f_{ck}}\ / f_{yk} = 0{,}08\times\sqrt{20}\ / 500 = 0{,}00072$$



Rozstaw strzemion:

Strefa nr 1

Początek i koniec strefy: x_a = 0,0 x_b = 102,9 cm
Maksymalny rozstawy strzemion – wymagania dla belek:

s_{max} = 0,75 d = 0,75×406 = 305 $s_{max} \le$ 400 mm
przyjęto s_{max} = 305 mm.

Ze względu na pręty ściskane s_{max} = 15 ϕ = 15×12,0 = 180,0 mm.

Maksymalny rozstawy strzemion – wymagania dla słupów:

s_{max} = min{h; b} = min{250,0; 450,0}=250,0 $s_{max} \le$ 400 mm
przyjęto s_{max} = 250,0 mm.

Ze względu na zbrojenie s_{max} = 15 ϕ = 15×12,0 = 180,0 mm.

Przyjęto strzemiona 2-cięte, prostopadłe do osi pręta o rozstawie **9,0** cm, dla których stopień zbrojenia na ścinanie wynosi:

$$\rho_w = A_{sw} /(s\ b_w \sin\alpha) = 1{,}01 / (9{,}0\times25{,}0\times1{,}000) = 0{,}00447$$

$$\rho_w = \mathbf{0{,}00447 > 0{,}00072} = \rho_{w\,min}$$

Strefa nr 2

Początek i koniec strefy: x_a = 102,9 x_b = 305,6 cm
Maksymalny rozstawy strzemion – wymagania dla belek:

s_{max} = 0,75 d = 0,75×406 = 305 $s_{max} \le$ 400 mm
przyjęto s_{max} = 305 mm.

Ze względu na pręty ściskane s_{max} = 15 ϕ = 15×12,0 = 180,0 mm.

Maksymalny rozstawy strzemion – wymagania dla słupów:

s_{max} = min{h; b} = min{250,0; 450,0}=250,0 $s_{max} \le$ 400 mm
przyjęto s_{max} = 250,0 mm.

Ze względu na zbrojenie s_{max} = 15 ϕ = 15×12,0 = 180,0 mm.

Przyjęto strzemiona 2-cięte, prostopadłe do osi pręta o rozstawie **18,0** cm, dla których stopień zbrojenia na ścinanie wynosi:

$$\rho_w = A_{sw} /(s\ b_w \sin\alpha) = 1{,}01 / (18{,}0\times25{,}0\times1{,}000) = 0{,}00223$$

ρ_w = **0,00223 > 0,00072** = $\rho_{w\,min}$

Strefa nr 3

Początek i koniec strefy: x_a = 305,6 x_b = 431,0 cm

Maksymalny rozstawy strzemion – wymagania dla belek:

s_{max} = 0,75 d = 0,75×406 = 305 $s_{max} \le 400$ mm

przyjęto s_{max} = 305 mm.

Ze względu na pręty ściskane s_{max} = 15 ϕ = 15×12,0 = 180,0 mm.

Maksymalny rozstawy strzemion – wymagania dla słupów:

s_{max} = min{h; b} = min{250,0; 450,0}=250,0 $s_{max} \le 400$ mm

przyjęto s_{max} = 250,0 mm.

Ze względu na zbrojenie s_{max} = 15 ϕ = 15×12,0 = 180,0 mm.

Przyjęto strzemiona 2-cięte, prostopadłe do osi pręta o rozstawie **9,0** cm, dla których stopień zbrojenia na ścinanie wynosi:

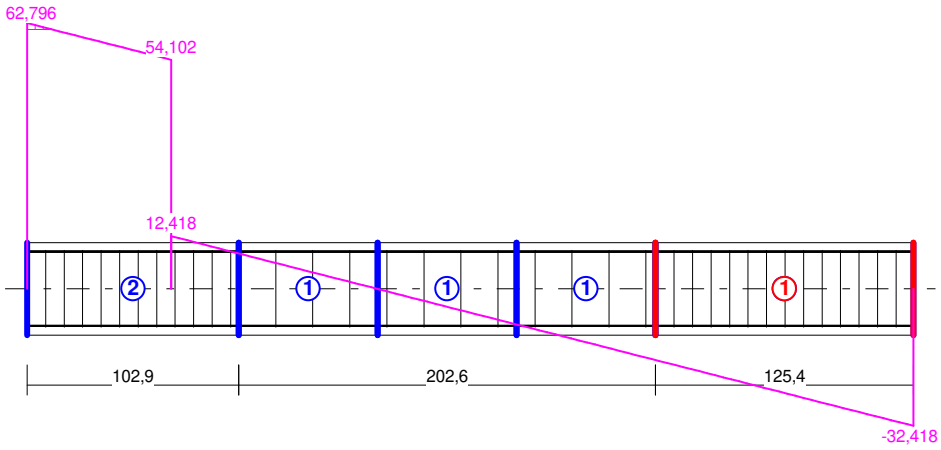
$\rho_w = A_{sw} /(s\, b_w \sin\alpha)$ = 1,01 / (9,0×25,0×1,000) = 0,00447

ρ_w = **0,00447 > 0,00072** = $\rho_{w\,min}$

Ścinanie

pręt nr 2.

Przyjęto podparcie lub obciążenie pośrednie.



Odcinek nr 5

Początek i koniec odcinka: x_a = 305,6 x_b = 431,0 cm

Siły przekrojowe: N_{Sd} = 0,000;

$V_{Sd\,max}$ = -32,418 kN

Rodzaj odcinka:

$$\rho_L = \frac{A_{sL}}{b_w d} = \frac{4,52}{25,0\times40,6} = 0,00446; \qquad \rho_L \le 0,01$$

Przyjęto ρ_L = 0,00446.

$\sigma_{cp} = N_{Sd} / A_C$ = -0,000 / 1185,32 ×10 = -0,00 MPa $\sigma_{cp} \le 0,2\, f_{cd}$

Przyjęto σ_{cp} = -0,00 MPa.

$V_{Rd1} = [0,35\, k\, f_{ctd}\, (1,2 + 40\, \rho_L) + 0,15\, \sigma_{cp}]\, b_w\, d$ =

= [0,35×1,19×1,00×(1,2+40×0,00446) + 0,15×-0,00]×25,0×40,6×10^{-1} = 58,267 kN

V_{Sd} = 32,418 < 58,267 = V_{Rd1}

Nośność odcinka I-go rodzaju:

V_{Sd} = **32,418 < 58,267** = V_{Rd1}

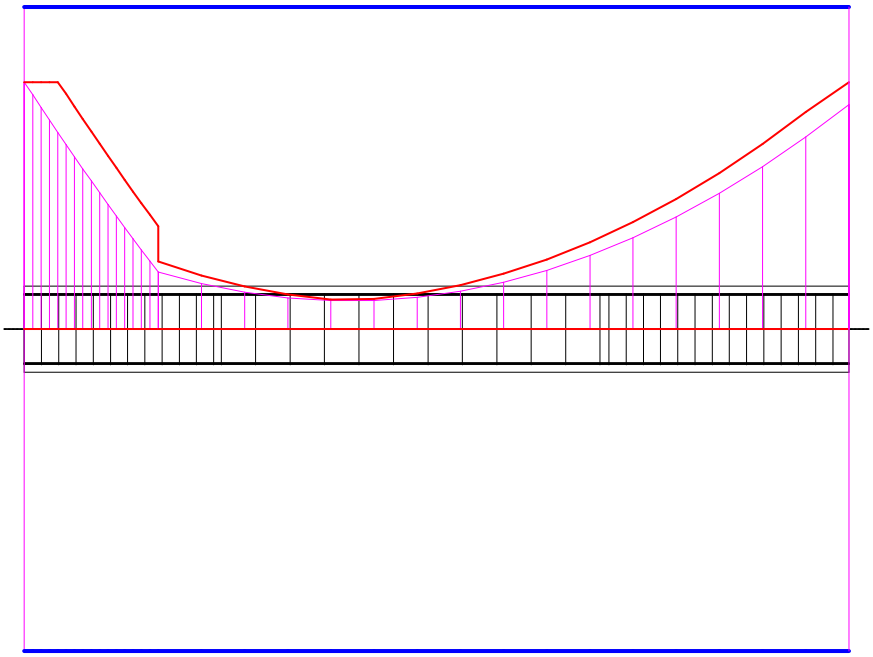
$\nu = 0,6\,(1 - f_{ck} / 250)$ = 0,6×(1 - 20 / 250) = 0,552

$V_{Rd2} = 0,5\, \nu\, f_{cd}\, b_w\, z$ = 0,5×0,552×13,3×25,0×36,7×10^{-1} = 336,443 kN

V_{Sd} = **32,418 < 336,443** = V_{Rd2}

Nośność zbrojenia podłużnego

pręt nr 2.



Sprawdzenie siły przenoszonej przez zbrojenie rozciągane dla x = 4,310 m:

$\Delta F_{td} = 0,5\ |V_{Sd}|\ (\cot\theta - V_{Rd32}/\ V_{Rd3}\ \cot\alpha) = 0,5\times-32,418\times(1,000) = 16,209$ kN

Sumaryczna siła w zbrojeniu rozciąganym:

$F_{td} = F_{td,m} + \Delta F_{td} = 132,521 + 16,209 = 148,730$ kN;

$F_{td} \le F_{td,max} = 145,777$ kN

Przyjęto $F_{td} = 145,777$ kN

$F_{td} =$ **145,777 < 190,004** $= 4,52\times420\times10^{-1} = A_s\ f_{yd}$

Zarysowanie

pręt nr 2,

Położenie przekroju: x = 0,000 m

Siły przekrojowe od obc. całkowitych: $M_{Sd} = -39,542$ kNm

$N_{Sd} = 0,000$ kN

$V_{Sd} = 45,867$ kN

Wymiary przekroju: $b_w = 25,0$ cm

$d = h - a_1 = 45,0 - 4,4 = 40,6$ cm

$A_c = 1125$ cm^2

$W_c = 8438$ cm^3

Minimalne zbrojenie:

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

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

$= 0,4\times1,0\times2,2\times563 / 280 = 1,77$ cm^2

$A_{s1} =$ **4,52 > 1,77** $= A_s$

Zarysowanie:

$M_{cr} = f_{ctm}\ W_c = 2,2\times8438\times10^{-3} = 18,563$ kNm

$M_{Sd} = 39,542 > 18,563 = M_{cr}$

Przekrój zarysowany.

Szerokość rozwarcia rysy prostopadłej do osi pręta:

Przyjęto $k_2 = 0,5$.

$\rho_r = A_s / A_{ct,eff} = 4,52 / 273 = 0,01655$

$s_{rm} = 50 + 0,25\ k_1\ k_2\ \phi / \rho_r = 50 + 0,25 \times 0,8 \times 0,50 \times 12/0,01655 = 122,49$

$\varepsilon_{sm} = \sigma_s / E_s\ [1 - \beta_1\beta_2\ (\sigma sr / \sigma s)^2] =$

$= 239,87/200000 \times [1 - 1,0 \times 0,5 \times (18,563/39,542)^2] = 0,00107$

$w_k = \beta\ s_{rm}\ \varepsilon_{sm} = 1,7 \times 122,49 \times 0,00107 = 0,22$ mm

$w_k = \mathbf{0,22 < 0,3} = w_{lim}$

Szerokość rozwarcia rysy ukośnej:

$$\rho_{w1} = \frac{A_{sw1}}{s_1 b_w} = \frac{1,01}{9,0 \times 25,0} = 0,00447$$

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

$\rho_w = \rho_{w1} + \rho_{w2} = 0,00447 + 0,00000 = 0,00447$

$$\lambda = \frac{1}{3\left[\frac{\rho_{w1}}{\eta_1\phi_1} + \frac{\rho_{w2}}{\eta_2\phi_2}\right]} = \frac{1}{3 \times [0,00447/(0,7 \times 8,0)]} = 417,78$$

$$\tau = \frac{V_{Sd}}{b_w d} = \frac{45,867}{25,0 \times 40,6} \times 10 = 0,452 \text{ MPa}$$

$$w_k = \frac{4\,\tau^2\,\lambda}{\rho_w E_s f_{ck}} = \frac{4 \times 0,452^2 \times 417,78}{0,00447 \times 200000 \times 20} = 0,02 \text{ mm}$$

$w_k = \mathbf{0,02 < 0,3} = w_{lim}$

Ugięcia

pręt nr 2

Ugięcia wyznaczono dla charakterystycznych obciążeń długotrwałych.

Współczynniki pełzania dla obciążeń długotrwałych przyjęto równy $\phi(t,t_o) = 2,00$.

$$E_{c,eff} = \frac{E_{cm}}{1 + \phi(t, t_o)} = \frac{30000}{1 + 2,00} = 10000 \text{ MPa}$$

Moment rysujący:

$M_{cr} = f_{ctm}\ W_c = 2,2 \times 8438 \times 10^{-3} = 18,563$ kNm

Całkowity moment zginający $M_{Sd} = -39,542$ kN powoduje zarysowanie przekroju.

Sztywność dla długotrwałego działania obciążeń długotrwałych:

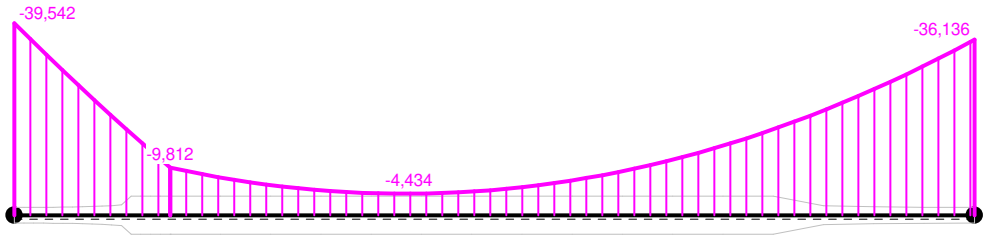
Sztywność na zginanie wyznaczona dla momentu $M_{Sd} = -39,542$ kNm.

Wielkości geometryczne przekroju: $x_I = 22,5$ cm $I_I = 249127$ cm^4

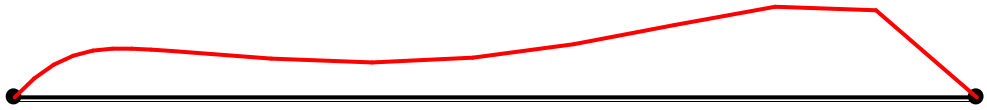
$x_{II} = 12,2$ cm $I_{II} = 93613$ cm^4

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

$$= \frac{10000 \times 93613}{1 - 1,0 \times 0,5 \times (18,563/39,542)^2 \times (1 - 93613/249127)} \times 10^{-5} = 10053 \text{ kNm}^2$$



Wykres sztywności i momentów dla obciążeń długotrwałych.



Ugięcia.

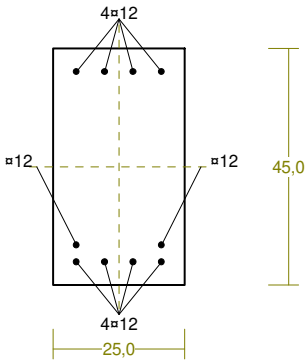
Ugięcie w punkcie o współrzędnej x = 3,520 m, wyznaczone poprzez całkowanie funkcji krzywizny osi pręta (1/ρ) z uwzględnieniem zmiany sztywności wzdłuż osi elementu, wynosi:

$a = a_{\infty,d} = 0,4$ mm

$a = \mathbf{0,4} < \mathbf{17,2} = a_{lim}$

Cechy przekroju:

pręt nr 3, przekrój: x_a=3,08 m, x_b=3,08 m



Wymiary przekroju [cm]:
h=45,0, b=25,0,
Cechy materiałowe dla sytuacji stałej lub przejściowej

BETON: **B25**

f_{ck}= **20,0** MPa, $f_{cd}=\alpha\cdot f_{ck}/\gamma_c$=1,00×20,0/1,50=**13,3** MPa
Cechy geometryczne przekroju betonowego:
A_c=**1125** cm^2, J_{cx}=**189844** cm^4, J_{cy}=**58594** cm^4

STAL: **A-IIIN** (**RB 500 W**)

f_{yk}=500 MPa, γ_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:

$A_{s1}+A_{s2}$=**11,31** cm^2, $\rho=100\ (A_{s1}+A_{s2})/A_c$ =100×11,31/1125=**1,01** %,

J_{sx}=**3466** cm^4, J_{sy}=**478** cm^4,

Siły przekrojowe:

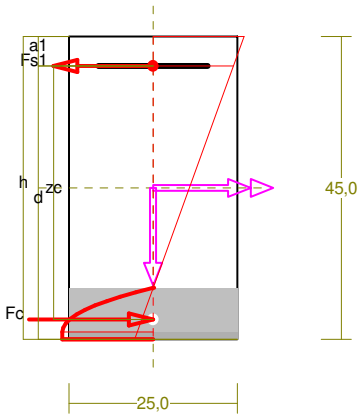
pręt nr 3, przekrój: x_a=3,08 m, x_b=3,08 m

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **AB**

Momenty zginające:	M_x = -58,751 kNm,	M_y = 0,000 kNm,
Siły poprzeczne:	V_y = 15,761 kN,	V_x = 0,000 kN,
Siła osiowa:	N = 0,000 kN = N_{Sd}, .	

Zbrojenie wymagane:

(pręt nr 3, przekrój: x_a=6,15 m, x_b=0,00 m)



Wielkości obliczeniowe:
N_{Sd}=0,000 kN,
$M_{Sd}=\sqrt{(M_{Sdx}^2+M_{Sdy}^2)}=\sqrt{(68,216^2+0,000^2)}$ =68,216 kNm
f_{cd}=13,3 MPa, f_{yd}=420 MPa =f_{td},
Zbrojenie rozciągane (ε_{s1}=10,00 ‰):
A_{s1}=**4,31** cm^2 ⇒ (4¤12 = 4,52 cm^2),
Dodatkowe zbrojenie ściskane nie jest obliczeniowo wymagane.
$A_s=A_{s1}+A_{s2}$=4,31 cm^2, $\rho=100\times A_s/A_c$= 100×4,31/1125=0,38 %

Wielkości geometryczne [cm]:

h=45,0, d=40,6, x=7,6 (ξ=0,188),
a_1=4,4, a_c=2,9, z_c=37,7, A_{cc}=191 cm^2,
ε_c=-2,32 ‰, ε_{s1}=10,00 ‰,

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

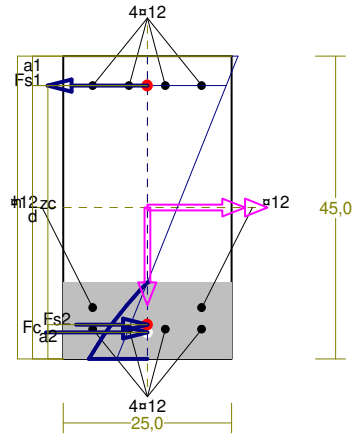
F_c= -181,165, F_{s1} = 181,164,
M_c= 35,425, M_{s1} = 32,791,

Warunki równowagi wewnętrznej:

F_c+F_{s1}=-181,165+(181,164)=-0,001 kN (N_{Sd}=0,000 kN)
M_c+M_{s1}=35,425+(32,791)=68,216 kNm (M_{Sd}=68,216 kNm)

Nośność przekroju prostopadłego:

pręt nr 3, przekrój: x_a=6,15 m, x_b=0,00 m



Wielkości obliczeniowe:
N_{Sd}=0,000 kN,
$M_{Sd}=\sqrt{(M_{Sdx}^2+M_{Sdy}^2)}=\sqrt{(68,216^2+0,000^2)}$ =68,216 kNm
f_{cd}=13,3 MPa, f_{yd}=420 MPa =f_{td},
Zbrojenie rozciągane: A_{s1}=**4,52** cm^2,
Zbrojenie ściskane: A_{s2}=**6,79** cm^2,
$A_s=A_{s1}+A_{s2}$=11,31 cm^2, $\rho=100\times A_s/A_c$= 100×11,31/1125=1,01 %

Wielkości geometryczne [cm]:
h=45,0, d=40,6, x=11,3 (ξ=0,279),
a_1=4,4, a_2=5,1, a_c=3,9, z_c=36,7, A_{cc}=283 cm^2,
ε_c=-0,80 ‰, ε_{s2}=-0,49 ‰, ε_{s1}=2,08 ‰,

Wielkości statyczne [kN, kNm]:
F_c= -131,265, F_{s1} = 187,782, F_{s2} = -56,517,
M_c= 24,382, M_{s1} = 33,988, M_{s2} = 9,846,
Warunek stanu granicznego nośności:
M_{Rd} = **71,995** **kNm** >
$M_{Sd}=M_c+M_{s1}+M_{s2}$=24,382+(33,988)+(9,846)=**68,216** kNm

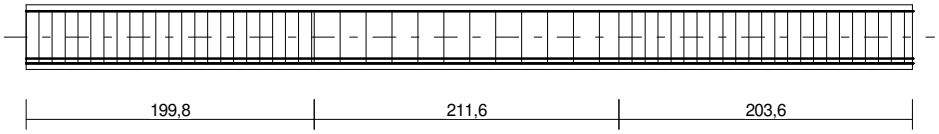
Zbrojenie poprzeczne (strzemiona)

pręt nr 3

Na całej długości pręta przyjęto strzemiona o średnicy ϕ=8 mm ze stali A-IIIN, dla której f_{ywd} = 420 MPa.

Minimalny stopień zbrojenia na ścinanie:

$$\rho_{w,min} = 0,08\ \sqrt{f_{ck}}\ / f_{yk} = 0,08\times\sqrt{20}\ / 500 = 0,00072$$



Rozstaw strzemion:

Strefa nr 1

Początek i koniec strefy: x_a = 0,0 x_b = 199,8 cm
Maksymalny rozstawy strzemion – wymagania dla belek:

s_{max} = 0,75 d = 0,75×395 = 297 $s_{max} \le$ 400 mm
przyjęto s_{max} = 297 mm.

Ze względu na pręty ściskane $s_{max} = 15\ \phi = 15 \times 12{,}0 = 180{,}0$ mm.

Maksymalny rozstawy strzemion – wymagania dla słupów:

$s_{max} = \min\{h; b\} = \min\{250{,}0; 450{,}0\} = 250{,}0 \quad s_{max} \le 400$ mm
przyjęto $s_{max} = 250{,}0$ mm.

Ze względu na zbrojenie $s_{max} = 15\ \phi = 15 \times 12{,}0 = 180{,}0$ mm.

Przyjęto strzemiona 2-cięte, prostopadłe do osi pręta o rozstawie **9,0** cm, dla których stopień zbrojenia na ścinanie wynosi:

$\rho_w = A_{sw} / (s\ b_w \sin\alpha) = 1{,}01 / (9{,}0 \times 25{,}0 \times 1{,}000) = 0{,}00447$

$\rho_w = \mathbf{0{,}00447} > \mathbf{0{,}00072} = \rho_{w\ min}$

Strefa nr 2

Początek i koniec strefy: $x_a = 199{,}8 \quad x_b = 411{,}4$ cm

Maksymalny rozstawy strzemion – wymagania dla belek:

$s_{max} = 0{,}75\ d = 0{,}75 \times 395 = 297 \quad s_{max} \le 400$ mm
przyjęto $s_{max} = 297$ mm.

Ze względu na pręty ściskane $s_{max} = 15\ \phi = 15 \times 12{,}0 = 180{,}0$ mm.

Maksymalny rozstawy strzemion – wymagania dla słupów:

$s_{max} = \min\{h; b\} = \min\{250{,}0; 450{,}0\} = 250{,}0 \quad s_{max} \le 400$ mm
przyjęto $s_{max} = 250{,}0$ mm.

Ze względu na zbrojenie $s_{max} = 15\ \phi = 15 \times 12{,}0 = 180{,}0$ mm.

Przyjęto strzemiona 2-cięte, prostopadłe do osi pręta o rozstawie **18,0** cm, dla których stopień zbrojenia na ścinanie wynosi:

$\rho_w = A_{sw} / (s\ b_w \sin\alpha) = 1{,}01 / (18{,}0 \times 25{,}0 \times 1{,}000) = 0{,}00223$

$\rho_w = \mathbf{0{,}00223} > \mathbf{0{,}00072} = \rho_{w\ min}$

Strefa nr 3

Początek i koniec strefy: $x_a = 411{,}4 \quad x_b = 615{,}0$ cm

Maksymalny rozstawy strzemion – wymagania dla belek:

$s_{max} = 0{,}75\ d = 0{,}75 \times 395 = 297 \quad s_{max} \le 400$ mm
przyjęto $s_{max} = 297$ mm.

Ze względu na pręty ściskane $s_{max} = 15\ \phi = 15 \times 12{,}0 = 180{,}0$ mm.

Maksymalny rozstawy strzemion – wymagania dla słupów:

$s_{max} = \min\{h; b\} = \min\{250{,}0; 450{,}0\} = 250{,}0 \quad s_{max} \le 400$ mm
przyjęto $s_{max} = 250{,}0$ mm.

Ze względu na zbrojenie $s_{max} = 15\ \phi = 15 \times 12{,}0 = 180{,}0$ mm.

Przyjęto strzemiona 2-cięte, prostopadłe do osi pręta o rozstawie **9,0** cm, dla których stopień zbrojenia na ścinanie wynosi:

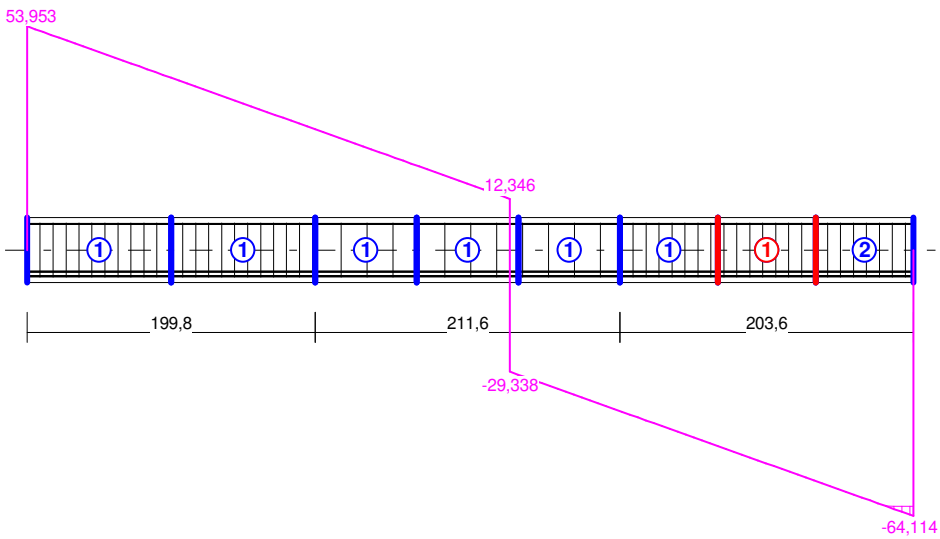
$\rho_w = A_{sw} / (s\ b_w \sin\alpha) = 1{,}01 / (9{,}0 \times 25{,}0 \times 1{,}000) = 0{,}00447$

$\rho_w = \mathbf{0{,}00447} > \mathbf{0{,}00072} = \rho_{w\ min}$

Ścinanie

pręt nr 3.

Przyjęto podparcie lub obciążenie pośrednie.



Odcinek nr 7

Początek i koniec odcinka: $x_a = 479,3$ $x_b = 547,1$ cm

Siły przekrojowe: $N_{Sd} = 0,000$;

$V_{Sd\,max} = -55,686$ kN

Rodzaj odcinka:

$$\rho_L = \frac{A_{sL}}{b_w d} = \frac{4,52}{25,0 \times 39,5} = 0,00458; \qquad \rho_L \le 0,01$$

Przyjęto $\rho_L = 0,00458$.

$\sigma_{cp} = N_{Sd} / A_C = -0,000 / 1200,40 \times 10 = -0,00$ MPa $\sigma_{cp} \le 0,2\, f_{cd}$

Przyjęto $\sigma_{cp} = -0,00$ MPa.

$V_{Rd1} = [0,35\, k\, f_{ctd}\, (1,2 + 40\, \rho_L) + 0,15\, \sigma_{cp}]\, b_w\, d =$

$= [0,35 \times 1,20 \times 1,00 \times (1,2+40 \times 0,00458) + 0,15 \times -0,00] \times 25,0 \times 39,5 \times 10^{-1} = 57,412$ kN

$V_{Sd} = 55,686 < 57,412 = V_{Rd1}$

Nośność odcinka I-go rodzaju:

$V_{Sd} =$ **55,686 < 57,412** $= V_{Rd1}$

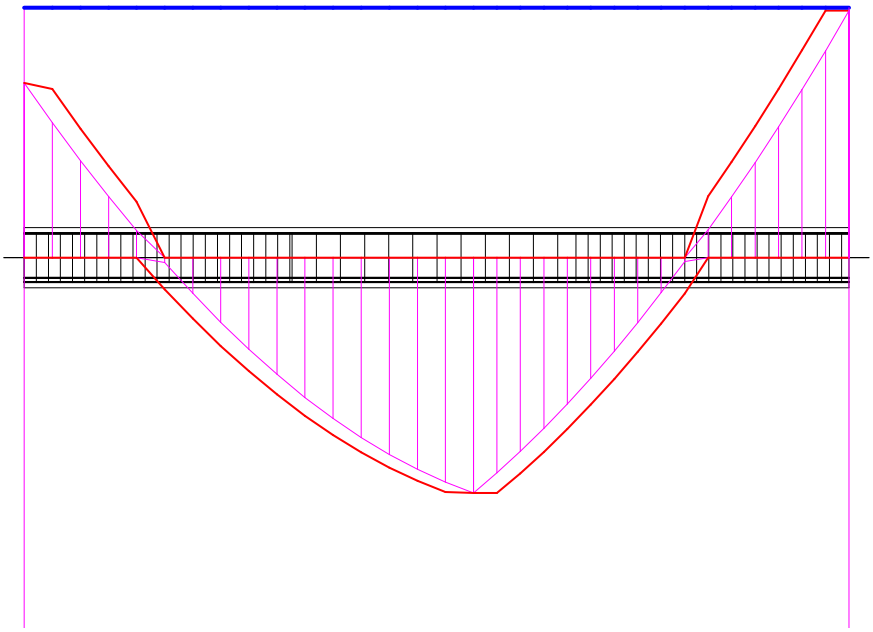
$\nu = 0,6\, (1 - f_{ck} / 250) = 0,6 \times (1 - 20 / 250) = 0,552$

$V_{Rd2} = 0,5\, \nu\, f_{cd}\, b_w\, z = 0,5 \times 0,552 \times 13,3 \times 25,0 \times 36,9 \times 10^{-1} = 338,415$ kN

$V_{Sd} =$ **55,686 < 338,415** $= V_{Rd2}$

Nośność zbrojenia podłużnego

pręt nr 3.



Sprawdzenie siły przenoszonej przez zbrojenie rozciągane dla x = 6,150 m:

$\Delta F_{td} = 0,5\, |V_{Sd}|\, (\cot\theta - V_{Rd32} / V_{Rd3}\, \cot\alpha) = 0,5 \times -64,114 \times (1,000 - 0,000/172,056 \times -0,000) = 32,057$ kN

Sumaryczna siła w zbrojeniu rozciąganym:

$F_{td} = F_{td,m} + \Delta F_{td} = 187,782 + 32,057 = 219,839$ kN;

$F_{td} \le F_{td,max} = 187,782$ kN

Przyjęto $F_{td} = 187,782$ kN

$F_{td} =$ **187,782 < 190,004** $= 4,52 \times 420 \times 10^{-1} = A_s\, f_{yd}$

Zarysowanie

pręt nr 3,

Położenie przekroju: x = 6,150 m

Siły przekrojowe od obc. całkowitych: $M_{Sd} = -50,498$ kNm

$N_{Sd} = 0,000$ kN

V_{Sd} = -47,883 kN

Wymiary przekroju: b_w = 25,0 cm

d = h - a_1 = 45,0 - 4,4 = 40,6 cm

A_c = 1125 cm^2

W_c = 8438 cm^3

Minimalne zbrojenie:

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

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

$= 0,4 \times 1,0 \times 2,2 \times 563 / 280 = 1,77\ cm^2$

A_{s1} = **4,52 > 1,77** = A_s

Zarysowanie:

$M_{cr} = f_{ctm}\ W_c = 2,2 \times 8438 \times 10^{-3}$ = 18,563 kNm

M_{Sd} = 50,498 > 18,563 = M_{cr}

Przekrój zarysowany.

Szerokość rozwarcia rysy prostopadłej do osi pręta:

Przyjęto k_2 = 0,5.

$\rho_r = A_s / A_{ct,eff}$ = 4,52 / 275 = 0,01645

$s_{rm} = 50 + 0,25\ k_1\ k_2\ \phi / \rho_r = 50 + 0,25 \times 0,8 \times 0,50 \times 12 / 0,01645 = 122,95$

$\varepsilon_{sm} = \sigma_s / E_s\ [1 - \beta_1 \beta_2\ (\sigma sr / \sigma s)^2]$ =

$= 307,71/200000 \times [1 - 1,0 \times 0,5 \times (18,563/50,498)^2] = 0,00143$

$w_k = \beta\ s_{rm}\ \varepsilon_{sm} = 1,7 \times 122,95 \times 0,00143 = 0,30$ mm

w_k = **0,30 < 0,3** = w_{lim}

Szerokość rozwarcia rysy ukośnej:

$$\rho_{w1} = \frac{A_{sw1}}{s_1 b_w} = \frac{1,01}{9,0 \times 25,0} = 0,00447$$

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

$\rho_w = \rho_{w1} + \rho_{w2} = 0,00447 + 0,00000 = 0,00447$

$$\lambda = \frac{1}{3\left[\frac{\rho_{w1}}{\eta_1 \phi_1} + \frac{\rho_{w2}}{\eta_2 \phi_2}\right]} = \frac{1}{3 \times [0,00447/(0,7 \times 8,0)]} = 417,78$$

$$\tau = \frac{V_{Sd}}{b_w d} = \frac{-47,883}{25,0 \times 40,6} \times 10 = 0,472\ \text{MPa}$$

$$w_k = \frac{4\ \tau^2\ \lambda}{\rho_w E_s f_{ck}} = \frac{4 \times 0,472^2 \times 417,78}{0,00447 \times 200000 \times 20} = 0,02\ \text{mm}$$

w_k = **0,02 < 0,3** = w_{lim}

Ugięcia

pręt nr 3

Ugięcia wyznaczono dla charakterystycznych obciążeń długotrwałych.

Współczynniki pełzania dla obciążeń długotrwałych przyjęto równy $\phi(t,t_o)$ = 2,00.

$$E_{c,eff} = \frac{E_{cm}}{1 + \phi(t, t_o)} = \frac{30000}{1 + 2,00} = 10000\ \text{MPa}$$

Moment rysujący:

$M_{cr} = f_{ctm}\ W_c = 2,2 \times 8438 \times 10^{-3}$ = 18,563 kNm

Całkowity moment zginający M_{Sd} = -50,498 kN powoduje zarysowanie przekroju.

Sztywność dla długotrwałego działania obciążeń długotrwałych:

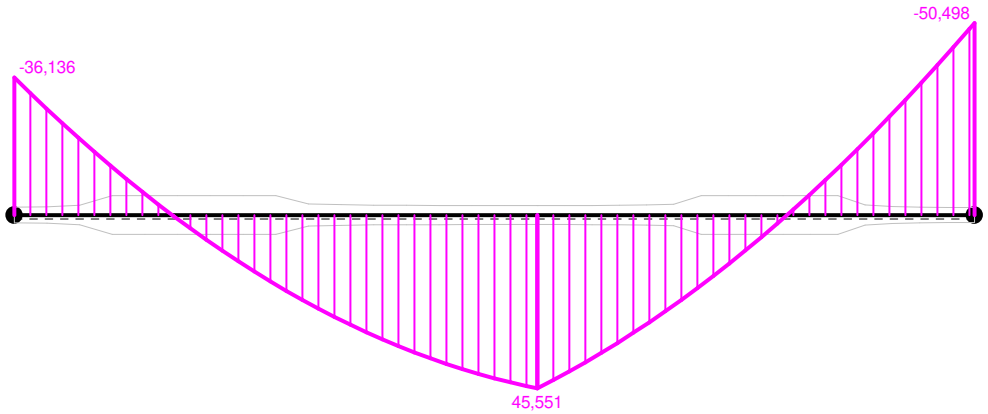
Sztywność na zginanie wyznaczona dla momentu M_{Sd} = -50,498 kNm.

Wielkości geometryczne przekroju: x_I = 22,0 cm I_I = 258834 cm^4

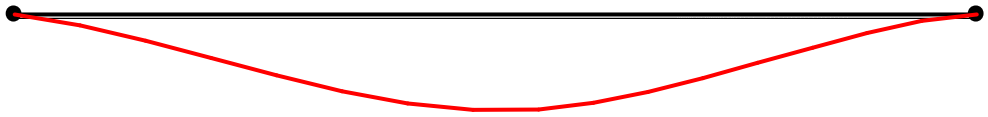
x_{II} = 11,8 cm I_{II} = 94490 cm^4

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

$$= \frac{10000\times94490}{1 - 1,0\times0,5\times(18,563/50,498)^2\times(1 - 94490/258834)} \times 10^{-5} = 9873 \text{ kNm}^2$$



Wykres sztywności i momentów dla obciążeń długotrwałych.



Ugięcia.

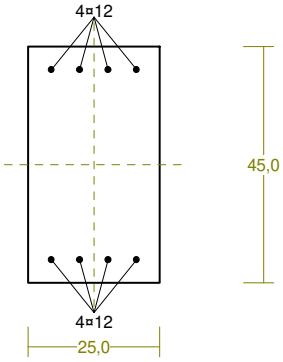
Ugięcie w punkcie o współrzędnej x = 3,088 m, wyznaczone poprzez całkowanie funkcji krzywizny osi pręta (1/ρ) z uwzględnieniem zmiany sztywności wzdłuż osi elementu, wynosi:

a = $a_{\infty,d}$ = 7,1 mm

a = **7,1 < 24,6** = a_{lim}

Cechy przekroju:

pręt nr 4, przekrój: x_a=2,05 m, x_b=2,05 m



Wymiary przekroju [cm]:
h=45,0, b=25,0,
Cechy materiałowe dla sytuacji stałej lub przejściowej

BETON: **B25**

f_{ck}= **20,0** MPa, $f_{cd}=\alpha\cdot f_{ck}/\gamma_c$=1,00×20,0/1,50=**13,3** MPa

Cechy geometryczne przekroju betonowego:

A_c=**1125** cm^2, J_{cx}=**189844** cm^4, J_{cy}=**58594** cm^4

STAL: **A-IIIN** (**RB 500 W**)

f_{yk}=500 MPa, γ_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:

$A_{s1}+A_{s2}$=**9,05** cm^2, $\rho=100\ (A_{s1}+A_{s2})/A_c$ =100×9,05/1125=**0,80** %,

J_{sx}=**2964** cm^4, J_{sy}=**330** cm^4,

Siły przekrojowe:

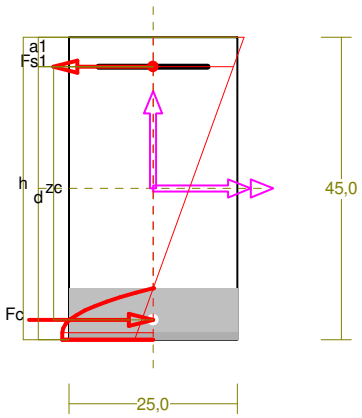
pręt nr 4, przekrój: x_a=2,05 m, x_b=2,05 m

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **AB**

Momenty zginające:	M_x = -3,869 kNm,	M_y = 0,000 kNm,
Siły poprzeczne:	V_y = 10,843 kN,	V_x = 0,000 kN,
Siła osiowa:	N = 0,000 kN = N_{Sd}, .	

Zbrojenie wymagane:

(pręt nr 4, przekrój: x_a=0,00 m, x_b=4,10 m)



Wielkości obliczeniowe:
N_{Sd}=0,000 kN,
M_{Sd}=√(M_{Sdx}^2+ M_{Sdy}^2) = √(68,216^2+0,000^2) =68,216 kNm
f_{cd}=13,3 MPa, f_{yd}=420 MPa =f_{td},
Zbrojenie rozciągane (ε_{s1}=10,00 ‰):
A_{s1}=**4,31** cm^2 ⇒ (4¤12 = 4,52 cm^2),
Dodatkowe zbrojenie ściskane nie jest obliczeniowo wymagane.
A_s=A_{s1}+A_{s2}=4,31 cm^2, ρ=100×A_s/A_c= 100×4,31/1125=0,38 %

Wielkości geometryczne [cm]:
h=45,0, d=40,6, x=7,6 (ξ=0,188),
a_1=4,4, a_c=2,9, z_c=37,7, A_{cc}=191 cm^2,
ε_c=-2,32 ‰, ε_{s1}=10,00 ‰,

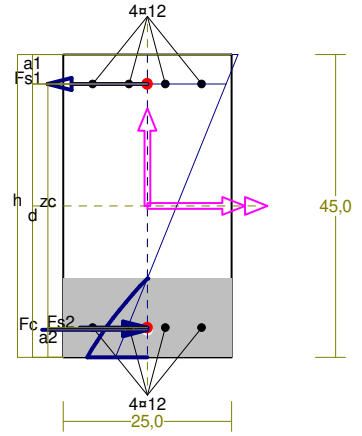
Wielkości statyczne [kN, kNm]:
F_c= -181,165, F_{s1} = 181,164,
M_c= 35,425, M_{s1} = 32,791,

Warunki równowagi wewnętrznej:

F_c+F_{s1}=-181,165+(181,164)=-0,001 kN (N_{Sd}=0,000 kN)
M_c+M_{s1}=35,425+(32,791)=68,216 kNm (M_{Sd}=68,216 kNm)

Nośność przekroju prostopadłego:

pręt nr 4, przekrój: x_a=0,00 m, x_b=4,10 m



Wielkości obliczeniowe:
N_{Sd}=0,000 kN,
M_{Sd}=√(M_{Sdx}^2+ M_{Sdy}^2) = √(68,216^2+0,000^2) =68,216 kNm
f_{cd}=13,3 MPa, f_{yd}=420 MPa =f_{td},
Zbrojenie rozciągane: A_{s1}=**4,52** cm^2,
Zbrojenie ściskane: A_{s2}=**4,52** cm^2,
A_s=A_{s1}+A_{s2}=9,05 cm^2, ρ=100×A_s/A_c= 100×9,05/1125=0,80 %

Wielkości geometryczne [cm]:
h=45,0, d=40,6, x=11,7 (ξ=0,288),
a_1=4,4, a_2=4,4, a_c=4,1, z_c=36,5, A_{cc}=292 cm^2,
ε_c=-0,84 ‰, ε_{s2}=-0,52 ‰, ε_{s1}=2,07 ‰,

Wielkości statyczne [kN, kNm]:
F_c= -139,913, F_{s1} = 187,109, F_{s2} = -47,196,
M_c= 25,807, M_{s1} = 33,867, M_{s2} = 8,543,

Warunek stanu granicznego nośności:
M_{Rd} = **71,556** **kNm** >
M_{Sd} =M_c+M_{s1}+M_{s2}=25,807+(33,867)+(8,543)=**68,216** kNm

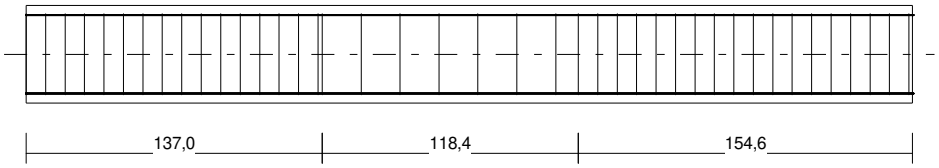
Zbrojenie poprzeczne (strzemiona)

pręt nr 4

Na całej długości pręta przyjęto strzemiona o średnicy ϕ=8 mm ze stali A-IIIN, dla której f_{ywd} = 420 MPa.

Minimalny stopień zbrojenia na ścinanie:

$$\rho_{w,min} = 0{,}08\ \sqrt{f_{ck}}\ / f_{yk} = 0{,}08\times\sqrt{20}\ / 500 = 0{,}00072$$



Rozstaw strzemion:

Strefa nr 1

Początek i koniec strefy: $x_a = 0,0$ $x_b = 137,0$ cm

Maksymalny rozstawy strzemion – wymagania dla belek:

$s_{max} = 0,75\ d = 0,75 \times 406 = 305$ $s_{max} \le 400$ mm

przyjęto $s_{max} = 305$ mm.

Ze względu na pręty ściskane $s_{max} = 15\ \phi = 15 \times 12,0 = 180,0$ mm.

Maksymalny rozstawy strzemion – wymagania dla słupów:

$s_{max} = \min\{h; b\} = \min\{250,0; 450,0\} = 250,0$ $s_{max} \le 400$ mm

przyjęto $s_{max} = 250,0$ mm.

Ze względu na zbrojenie $s_{max} = 15\ \phi = 15 \times 12,0 = 180,0$ mm.

Przyjęto strzemiona 2-cięte, prostopadłe do osi pręta o rozstawie **9,0** cm, dla których stopień zbrojenia na ścinanie wynosi:

$\rho_w = A_{sw} / (s\ b_w \sin \alpha) = 1,01 / (9,0 \times 25,0 \times 1,000) = 0,00447$

$\rho_w = \mathbf{0,00447 > 0,00072} = \rho_{w\ min}$

Strefa nr 2

Początek i koniec strefy: $x_a = 137,0$ $x_b = 255,4$ cm

Maksymalny rozstawy strzemion – wymagania dla belek:

$s_{max} = 0,75\ d = 0,75 \times 406 = 305$ $s_{max} \le 400$ mm

przyjęto $s_{max} = 305$ mm.

Ze względu na pręty ściskane $s_{max} = 15\ \phi = 15 \times 12,0 = 180,0$ mm.

Maksymalny rozstawy strzemion – wymagania dla słupów:

$s_{max} = \min\{h; b\} = \min\{250,0; 450,0\} = 250,0$ $s_{max} \le 400$ mm

przyjęto $s_{max} = 250,0$ mm.

Ze względu na zbrojenie $s_{max} = 15\ \phi = 15 \times 12,0 = 180,0$ mm.

Przyjęto strzemiona 2-cięte, prostopadłe do osi pręta o rozstawie **18,0** cm, dla których stopień zbrojenia na ścinanie wynosi:

$\rho_w = A_{sw} / (s\ b_w \sin \alpha) = 1,01 / (18,0 \times 25,0 \times 1,000) = 0,00223$

$\rho_w = \mathbf{0,00223 > 0,00072} = \rho_{w\ min}$

Strefa nr 3

Początek i koniec strefy: $x_a = 255,4$ $x_b = 410,0$ cm

Maksymalny rozstawy strzemion – wymagania dla belek:

$s_{max} = 0,75\ d = 0,75 \times 406 = 305$ $s_{max} \le 400$ mm

przyjęto $s_{max} = 305$ mm.

Ze względu na pręty ściskane $s_{max} = 15\ \phi = 15 \times 12,0 = 180,0$ mm.

Maksymalny rozstawy strzemion – wymagania dla słupów:

$s_{max} = \min\{h; b\} = \min\{250,0; 450,0\} = 250,0$ $s_{max} \le 400$ mm

przyjęto $s_{max} = 250,0$ mm.

Ze względu na zbrojenie $s_{max} = 15\ \phi = 15 \times 12,0 = 180,0$ mm.

Przyjęto strzemiona 2-cięte, prostopadłe do osi pręta o rozstawie **9,0** cm, dla których stopień zbrojenia na ścinanie wynosi:

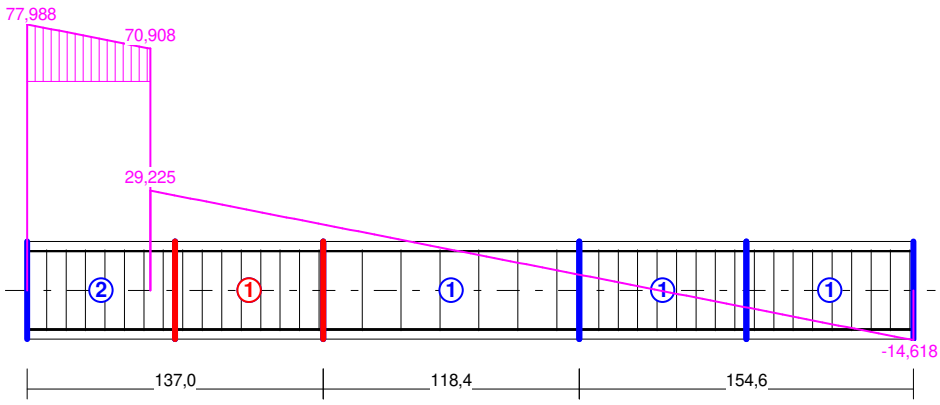
$\rho_w = A_{sw} / (s\ b_w \sin \alpha) = 1,01 / (9,0 \times 25,0 \times 1,000) = 0,00447$

$\rho_w = \mathbf{0,00447 > 0,00072} = \rho_{w\ min}$

Ścinanie

pręt nr 4.

Przyjęto podparcie lub obciążenie pośrednie.



Odcinek nr 2

Początek i koniec odcinka: $x_a = 68,5$ $x_b = 137,0$ cm

Siły przekrojowe: $N_{Sd} = 0,000$;

$V_{Sd\,max} = 27,798$ kN

Rodzaj odcinka:

$$\rho_L = \frac{A_{sL}}{b_w d} = \frac{4,52}{25,0 \times 40,6} = 0,00446; \qquad \rho_L \le 0,01$$

Przyjęto $\rho_L = 0,00446$.

$\sigma_{cp} = N_{Sd} / A_C = -0,000 / 1185,32 \times 10 = -0,00$ MPa $\quad \sigma_{cp} \le 0,2\, f_{cd}$

Przyjęto $\sigma_{cp} = -0,00$ MPa.

$V_{Rd1} = [0,35\, k\, f_{ctd}\, (1,2 + 40\, \rho_L) + 0,15\, \sigma_{cp}]\, b_w\, d =$

$= [0,35 \times 1,19 \times 1,00 \times (1,2+40 \times 0,00446) + 0,15 \times -0,00] \times 25,0 \times 40,6 \times 10^{-1} = 58,267$ kN

$V_{Sd} = 27,798 < 58,267 = V_{Rd1}$

Nośność odcinka I-go rodzaju:

$V_{Sd} = \mathbf{27,798 < 58,267} = V_{Rd1}$

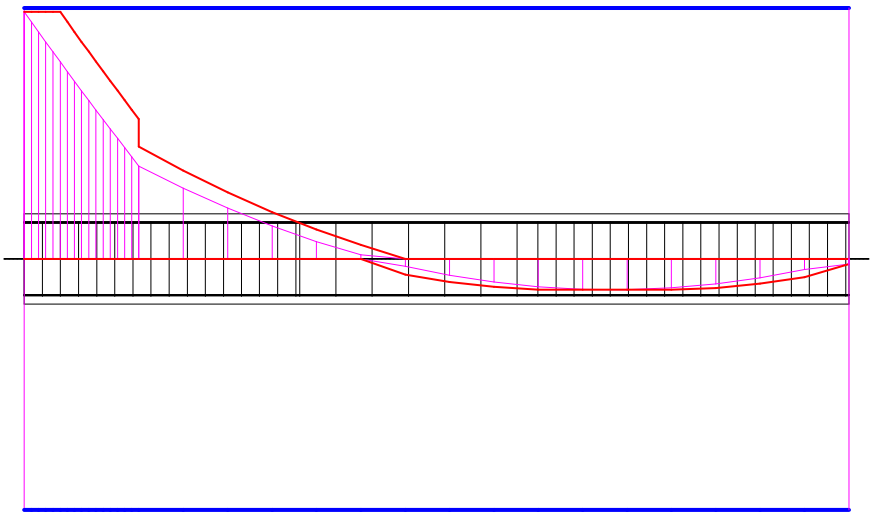
$\nu = 0,6\, (1 - f_{ck} / 250) = 0,6 \times (1 - 20 / 250) = 0,552$

$V_{Rd2} = 0,5\, \nu\, f_{cd}\, b_w\, z = 0,5 \times 0,552 \times 13,3 \times 25,0 \times 36,8 \times 10^{-1} = 337,768$ kN

$V_{Sd} = \mathbf{27,798 < 337,768} = V_{Rd2}$

Nośność zbrojenia podłużnego

pręt nr 4.



Sprawdzenie siły przenoszonej przez zbrojenie rozciągane dla x = 0,178 m:

$\Delta F_{td} = 0,5 |V_{Sd}| (\cot\theta - V_{Rd32}/ V_{Rd3} \cot\alpha) = 0,5\times75,775\times(1,000 - 0,000/171,448 \times-0,000) = 37,888$ kN

Sumaryczna siła w zbrojeniu rozciąganym:

$F_{td} = F_{td,m} + \Delta F_{td} = 149,284 + 37,888 = 187,172$ kN;

$F_{td} \le F_{td,max} = 187,109$ kN

Przyjęto $F_{td} = 187,109$ kN

$F_{td} =$ **187,109 < 190,004** $= 4,52\times420 \times10^{-1} = A_s f_{yd}$

Zarysowanie

pręt nr 4,

Położenie przekroju: x = 0,000 m

Siły przekrojowe od obc. całkowitych: $M_{Sd} = -50,498$ kNm

$N_{Sd} = 0,000$ kN

$V_{Sd} = 57,049$ kN

Wymiary przekroju: $b_w = 25,0$ cm

$d = h - a_1 = 45,0 - 4,4 = 40,6$ cm

$A_c = 1125$ cm^2

$W_c = 8438$ cm^3

Minimalne zbrojenie:

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

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

$= 0,4\times1,0\times2,2\times563 / 280 = 1,77$ cm^2

$A_{s1} =$ **4,52 > 1,77** $= A_s$

Zarysowanie:

$M_{cr} = f_{ctm} W_c = 2,2\times8438 \times10^{-3} = 18,563$ kNm

$M_{Sd} = 50,498 > 18,563 = M_{cr}$

Przekrój zarysowany.

Szerokość rozwarcia rysy prostopadłej do osi pręta:

Przyjęto $k_2 = 0,5$.

$\rho_r = A_s / A_{ct,eff} = 4,52 / 273 = 0,01655$

$s_{rm} = 50 + 0,25\ k_1\ k_2\ \phi / \rho_r = 50 + 0,25\times0,8\times0,50\times12/0,01655 = 122,49$

$\varepsilon_{sm} = \sigma_s / E_s\ [1 - \beta_1\beta_2\ (\sigma sr / \sigma s)^2] =$

$= 306,32/200000 \times[1 - 1,0\times0,5\times(18,563/50,498)^2] = 0,00143$

$w_k = \beta\, s_{rm}\, \varepsilon_{sm} = 1,7\times122,49\times0,00143 = 0,30$ mm

$w_k = \mathbf{0,30 < 0,3} = w_{lim}$

Szerokość rozwarcia rysy ukośnej:

$$\rho_{w1} = \frac{A_{sw1}}{s_1 b_w} = \frac{1,01}{9,0\times25,0} = 0,00447$$

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

$\rho_w = \rho_{w1} + \rho_{w2} = 0,00447 + 0,00000 = 0,00447$

$$\lambda = \frac{1}{3\left[\frac{\rho_{w1}}{\eta_1\phi_1} + \frac{\rho_{w2}}{\eta_2\phi_2}\right]} = \frac{1}{3\times[0,00447/(0,7\times8,0)]} = 417,78$$

$$\tau = \frac{V_{Sd}}{b_w d} = \frac{57,049}{25,0\times40,6}\times10 = 0,562 \text{ MPa}$$

$$w_k = \frac{4\,\tau^2\,\lambda}{\rho_w E_s f_{ck}} = \frac{4\times0,562^2\times417,78}{0,00447\times200000\times20} = 0,03 \text{ mm}$$

$w_k = \mathbf{0,03 < 0,3} = w_{lim}$

Ugięcia

pręt nr 4

Ugięcia wyznaczono dla charakterystycznych obciążeń długotrwałych.

Współczynniki pełzania dla obciążeń długotrwałych przyjęto równy $\phi(t,t_o) = 2,00$.

$$E_{c,eff} = \frac{E_{cm}}{1+\phi(t,t_o)} = \frac{30000}{1+2,00} = 10000 \text{ MPa}$$

Moment rysujący:

$M_{cr} = f_{ctm} W_c = 2,2\times8438\times10^{-3} = 18,563$ kNm

Całkowity moment zginający $M_{Sd} = -50,498$ kN powoduje zarysowanie przekroju.

Sztywność dla długotrwałego działania obciążeń długotrwałych:

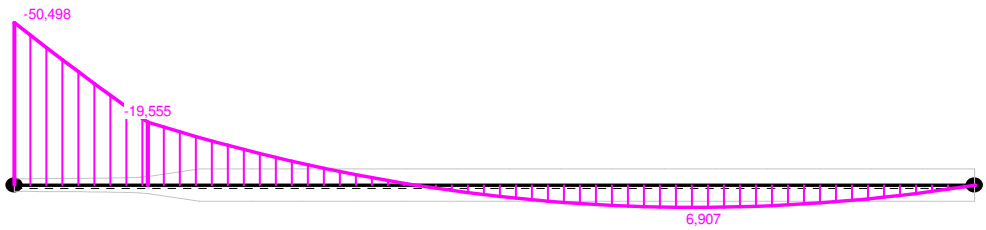
Sztywność na zginanie wyznaczona dla momentu $M_{Sd} = -50,498$ kNm.

Wielkości geometryczne przekroju: $x_I = 22,5$ cm $I_I = 249127$ cm^4

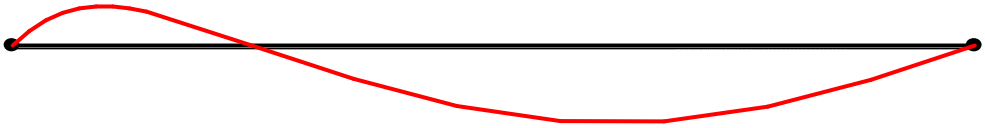
$x_{II} = 12,2$ cm $I_{II} = 93613$ cm^4

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

$$= \frac{10000\times93613}{1 - 1,0\times0,5\times(18,563/50,498)^2\times(1 - 93613/249127)}\times10^{-5} = 9773 \text{ kNm}^2$$



Wykres sztywności i momentów dla obciążeń długotrwałych.



Ugięcia.

Ugięcie w punkcie o współrzędnej x = 2,556 m, wyznaczone poprzez całkowanie funkcji krzywizny osi pręta (1/ρ) z uwzględnieniem zmiany sztywności wzdłuż osi elementu, wynosi:

$a = a_{\infty,d} = 0,4$ mm

$a = \mathbf{0,4} < \mathbf{16,4} = a_{lim}$

11. Uwagi

Przy wykonywaniu robót budowlanych należy stosować wyroby budowlane o właściwościach umożliwiających spełnienie obiektowi wymagań podstawowych, materiały dopuszczone do obrotu i stosowania w budownictwie. Roboty budowlane należy wykonywać po uzyskaniu prawomocnego pozwolenia na budowę, pod kierunkiem osoby uprawnionej, z zachowaniem przepisów budowlanych i BHP.
Wszelkie zmiany projektowe i materiałowe winny być uzgodnione z projektantem w ramach nadzoru autorskiego. Projekt zgodnie z art.36a ust.6 prawo budowlane zobowiązany jest do dokonania kwalifikacji zamierzonego odstąpienia oraz zamieszczenia w projekcie budowlanym odpowiedniej informacji (tj. rysunków zmiennych a w razie potrzeby uzupełnienia opisu)

OPRACOWAŁ

inż. Andrzej Wierzbowski

upr.arch. LOD/0709/ZOOA/07
upr.bud. LOD/0124/PWOK/03

II. Ekspertyza stanu technicznego budynku

1. Podstawa opracowania

- zlecenie Inwestora,
- inwentaryzacja budowlana przedmiotowego budynku,
- informacje dotyczące stanu technicznego budynku.

2. Charakterystyka budynku

Budynek stanowiący przedmiot niniejszego opracowania jest obiektem parterowym, niepodpiwniczony, wykonanym w technologii tradycyjnej. Ustrój nośny budynku składa się z murowanych ścian nośnych oraz z monolitycznych, żelbetowych fundamentów, słupów, belek . Ściany murowane wykonane są z cegły ceramicznej pełnej. Pokrycie dachu stanowi kilka warstw papy asfaltowej na deskowaniu pełnym. Wejście główne do budynku znajduje się od strony północnej. W budynku znajdują się: pom. usługowe, gospodarcze, magazynowe, wc oraz garaż OSP. Obecnie budynek jest użytkowany zgodnie z przeznaczeniem.

3. Stan techniczny konstrukcyjnych elementów budynku

Fundamenty – w fundamentowych budynku nie stwierdzono uszkodzeń lub innych objawów mogących świadczyć o nieprawidłowej ich pracy np. o ich nierównomiernym osiadaniu. Stan techniczny fundamentów ocenia się jako dobry.

Ściany - w ścianach nośnych nie stwierdzono istotnych uszkodzeń lub odkształceń. Nie stwierdzono również śladów dawnych lub aktualnych zawilgoceń. Tynki są dobrze powiązane z murami. Stan techniczny ścian ocenia się jako dobry.

Słupy, belki – stan techniczny głównej konstrukcji nośnej ocenia się jako dobry nie stwierdzono widocznych pęknięć, zarysowań. Belki dachowe nie wykazują nadmiernych ugięć. Stan techniczny głównych elementów konstrukcyjnych ocenia się jako dobry.

Pokrycie dachowe – po dokonanym przeglądzie elementów pokrycia stwierdzono, że pokrycie dachu jest w stanie technicznym dobrym, pokrycie jest szczelne.

Tynki cementowo-wapienne – niewielkie zarysowania i pęknięcia, ogólny stan techniczny tynków ocenia się jako dobry.

Posadzki –ogólny stan techniczny ocenia się jako dobry.

Okna i drzwi – stan techniczny dobry.

4. Wnioski i zalecenia

Na podstawie dokonanych oględzin, pomiarów, obliczeń, w związku z zamiarem inwestora, przebudową dachu na budynku OSP stwierdza się co następuje:

- Stan techniczny głównych elementów konstrukcyjnych budynku określa się jako dobry, wykonanie projektowanej przebudowy i zmiany sposobu użytkowania nie zagraża bezpieczeństwu istniejącej konstrukcji.
- Przebudowę budynku należy wykonać przy zachowaniu obowiązujących warunków technicznych, przepisów normowych stosowanych w budownictwie, po uzyskaniu prawomocnej decyzji o pozwoleniu na budowę.

inż. Andrzej Wierzbowski *upr. bud. LOD/0124/PWOK/03*

Piotrków Trybunalski dn. 08.10.2021r.

III. Oświadczenie projektanta

Zgodnie z art. 34 ust. 3d Prawa budowlanego /t.j. Dz. U. z 2020 r. poz. 1333 z późniejszymi zmianami / oświadczam, że projekt budowlany:

Przebudowa dachu na budynku OSP Gazomi Nowej - przewidziany do realizacji na terenie działki:

jednostka ewidencyjna 101006_2 Moszczenica
obręb 0005 Gazomia Nowa, dz. nr ew. 202/1,

wykonany dla:

Gmina Moszczenica
ul. Kosowska 1
97-310 Moszczenica

został sporządzony zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej.

PODPIS

inż. Andrzej Wierzbowski

upr.bud. LOD/0124/PWOK/03
upr.arch. LOD/0709/ZOOA/07