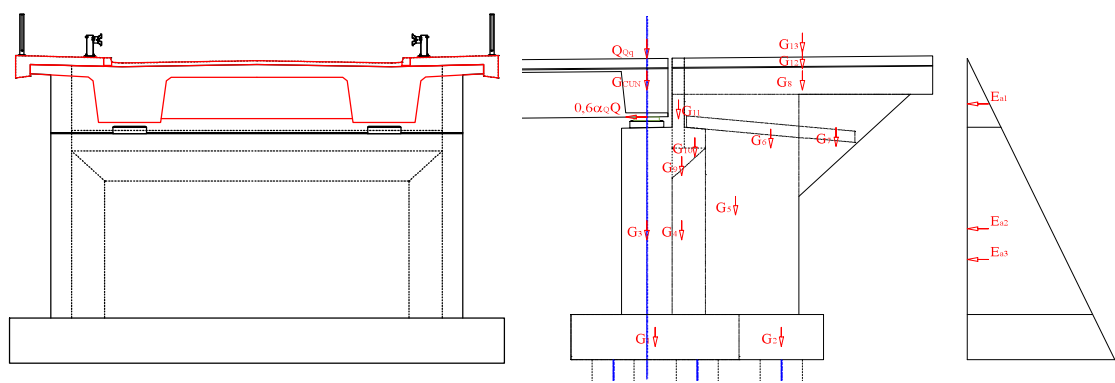


Część obliczeniowa
Przyjęcie geometrii przyczółka



Dane wejściowe

Ciężary	
g_{bet}	25 kN/m ³
g_{naw}	23 kN/m ³
g_{bar}	0,5 kN/m

ZEBRANIE OBCIĄŻEŃ

Ciężar własny przyczółka					
Lawa fundamentowa 1		Lawa fundamentowa 2		Korpus przyczółka 3	
L1	4,00 m	L2	2,00 m	L3	1,20 m
b1	11,94 m	b2	2,50 m	b3	9,94 m
h1	1,20 m	h2	1,20 m	h3	4,91 m
V1	57,31 m ³	V2	6,00 m ³	V3	58,57 m ³
G1	1433 kN	G2	150 kN	G3	1464 kN
Skrzydło 5		Pl. Przejść. 6		Skrzydło 7	
L5	3,00 m	L6	4,00 m	L7	2,64 m
b5	0,60 m	b6	8,90 m	b7	0,50 m
h5	5,79 m	h6	0,30 m	h7	2,69 m
V5	10,42 m ³	V6	10,68 m ³	V7	3,55 m ³
G5	261 kN	G6	267 kN	G7	89 kN
Wspornik 9		Wspornik 10		Ścianka zapleczna 11	
L9	0,80 m	L10	0,50 m	L11	0,30 m
b9	8,94 m	b10	8,94 m	b11	8,94 m
h9	0,80 m	h10	0,52 m	h11	2,37 m
V9	2,86 m ³	V10	2,32 m ³	V11	6,36 m ³
G9	72 kN	G10	58 kN	G11	158,91 kN
Skrzydło wyposażenie 13				Skrzydło wspornik 12	
L13k	6,19 m	L13g	6,19 m	L12	6,19 m
b13k	1,00 m	b13g	0,35 m	b12	0,50 m
h13k	0,23 m	h13g	0,65 m	h12	0,27 m
V13k	1,39 m ³	V13g	1,41 m ³	V12	0,84 m ³
G13k	35 kN	G13g	35 kN	G12	21 kN
Ciężar dźwigara i wyposażenia					
Lt	30,00 m				
L	31,00 m				
Dźwigar		Nawierzchnia		Kapy chodnikowe	
Apł	7,24 m ²	An	0,70 m ²	Akch	0,64 m
Vpł	224,44 m ³	Vn	21,79 m ³	Vkch	19,98 m ³
Gpł	5611 kN	Gn	501 kN	Gkch	499 kN
G_{Dzw} =		Bariery		Gbar	
				4	
				62 kN	

Obciążenia zmienne - ruchome

Pas Umowny 1		Pas Umowny 2		Pas Umowny 3		Pozostałe Pasy Umowne i Obszar Pozostały	
Q ₁₁	300 kN	Q ₂₁	200 kN	Q ₃₁	100 kN	w moim przekroju brak tych elementów	
Q ₁₂	300 kN	Q ₂₂	200 kN	Q ₃₂	100 kN		
q _{1,j}	9 kN/m ²	q _{2,j}	2,5 kN/m ²	q _{3,j}	2,5 kN/m ²	q _{n,j}	2,5 kN/m ²
b _{PU1}	3 m	b _{PU2}	3 m	b _{PU3}	0 m	b _{PUm/OP}	1 m
α _{Q1}	1,0	α _{Q2}	1,0	α _{Q3}	1,0		
α _{1,I}	1,33	α _{2,I}	2,4	α _{3,I}	1,2	α _{n,I}	1,2
α _{1,II}	1,0	α _{2,II}	1,0	α _{1,II}	1,0	α _{n,II}	1,0
q ₁	419 kN	q ₂	116 kN	q ₃	0 kN	q _n	39 kN

Chodnik

q _{lj}	3 kN/m ²
b _{chod}	1,5 m
q _l	140 kN

Ciężar charkterystyczny obciążenia ruchomego

Q _{R,k}	1713 kN
------------------	---------

Ciężar sił skupionych na pasach umownych i obciążeń równomiernie rozłożonych na pasach umownych i chodnikach na połowie rozpiętości dźwigara

Ciężar obliczeniowy obciążenia ruchomego

γ _Q	1,35
Q _{R,d}	2313 kN

Rozkład obciążeń na łożyska

Zestawienie obciążeń charakterystycznych przypadających na łożyska

Obciążenia pionowe

	Obciążenia stałe		Obciążenia ruchome		Razem	
RA	1668 kN na	Ł1	1091 kN na	Ł1	2759 kN na	Ł1
RB	1668 kN na	Ł2	622 kN na	Ł2	2291 kN na	Ł2
	3337 kN		1713 kN		5050 kN	

stałe rozkładamy równomiernie na łożyska ruchome rozkładamy z przeciążeniem

Obciążenia poziome

Sila hamowania na płycie

H ₁ =0,6α _{Q1} *Q1+0,1α _{q1} *q1	+0,6α _{Q2} *Q2+0,1α _{q2} *q2	+0,1α _{qOP} *qOP	
α _{Q1}	1		
α _{q1}	1,33		
q1,j	9 kN/m ²	q2,j	2,5 kN/m ²
q1	837,0 kN	q2,j	232,5 kN
Q1	600 kN	Q2	400 kN

H ₁	742,3 kN	max	900 kN
----------------	----------	-----	--------

hamowanie na płycie obciąża łożysko stałe może oddziaływać w kierunku nasypu lub w kierunku przęsła

Sila hamowania na ścianie zapleczej

H ₂ =0,6α _{Q1} *Q1+0,1α _{q1} *q1	
α _{Q1}	1
α _{q1}	1
q1,j	9 kN/m ²
q1	8,1 kN
Q1	600 kN

H ₂	360,8 kN
----------------	----------

hamowanie na ścianie oddziałuje tylko na ściankę tutaj przyjęto rozkład hamowania na szerokości 3 m czyli na 1PU

Sila tarcia na łożysku przesuwным przy zmianie temperatury

$H_3 = \mu \cdot (Q_{R,d} + G_{Dzw,d})$

$\mu = 0,2$

H ₃	397 kN
----------------	--------

Dźwigar pod wpływem temperatury wydłuża się lub skraca. Wartość oddziaływania pionowego na łożyska ruchome należy przemnożyć przez współczynnik tarcia. Tutaj wartość oddziaływania pionowego to ciężar sił skupionych na pasach umownych i obciążeń równomiernie rozłożonych na pasach umownych i chodnikach na połowie rozpiętości dźwigara. Rozkłada się tutaj na dwa łożyska

PARCIE GRUNTU

φ	32 st	0,559 PI*rad
γ	18 kN/m ³	

Parcie czynne

$K_a = (1 - \sin(\phi)) / (1 + \sin(\phi))$ - współczynnik poziomego parcia granicznego gruntu

$1 - \sin(\phi) = 0,449$

$1 + \sin(\phi) = 1,551$

$K_a = 0,289$

$K_a^{0,5} = 0,538$

$E_a(z=h) = \gamma \cdot h \cdot K_a$

$E_a = 0,5 \cdot K_a \cdot \gamma \cdot h^2$ - siła wypadkowa parcia gruntu na pasmo szerokości 1m (wysokość od góry do dołu)

Naziom nieobciążony

Parcie na ściankę zapleczną - ścianka zapleczna

h1=	0 m
h2=	1,15 m
ea(z=h1)=	0,0 kPa
ea(z=h2)=	6,0 kPa
Ea=	3,4 kN/m
ra=h/3	0,38 m

Moment siły Ea względem dolnej krawędzi ścianki

Ma1sz= 0,8 kNm

Parcie na ścianę przyczółka - korpus

h1=	0 m
h2=	5,8 m
ea(z=h1)=	0,0 kPa
ea(z=h2)=	30,2 kPa
Ea=	87,5 kN/m
ra=h/3	1,93 m

Moment siły Ea względem dolnej krawędzi ścianki

Ma1kp= 490,8 kNm

Parcie na przyczółek - ława

h1=	0 m
h2=	6,8 m
ea(z=h1)=	0,0 kPa
ea(z=h2)=	35,4 kPa
Ea=	120,3 kN/m
ra=h/3	2,27 m

Moment siły Ea względem dolnej krawędzi ławy

Ma1kp= 927,3 kNm

Naziom obciążony - uproszczenie

$q_z = Q_1 / (2,2 \cdot 3)$	
$q_z =$	90,9 kN/m ²
$\gamma =$	18,0 kN/m ³
$h_z = q_z / \gamma$	
$h_z =$	5,05 m

Parcie na ściankę zapleczną

Parcie czynne

h1=	0,00 m
h2=	1,15 m
ea(z=h1)=	26,3 kPa
ea(z=h2)=	32,3 kPa
Ea2=	33,7 kN/m
ra2=h/2	0,38 m

Moment siły Ea względem dolnej krawędzi ścianki

Ma2sz= 14,8 kNm

Parcie na ścianę przyczółka

h1=	0 m
h2=	3,97 m
h3=	5,70 m
ea(z=h1)=	26,3 kPa
ea(z=h2)=	46,9 kPa
ea'(z=h2)=	20,7 kPa
ea'(z=h3)=	29,7 kPa

Ea1=	41,0 kN/m
ra1=	3,05 m
Ea2=	43,6 kN/m
ra2=	0,58 m

Moment siły Ea względem dolnej krawędzi korpusu

Ma2kp= 540,4 kNm

Parcie na ścianę i ławę fundamentową

h1=	0,00 m
h2=	3,97 m
h3=	6,70 m
ea(z=h1)=	26,3 kPa
ea(z=h2)=	46,9 kPa
ea'(z=h2)=	20,7 kPa
ea'(z=h3)=	34,9 kPa

Ea1=	41,0 kN/m
ra1=	4,05 m
Ea2=	19,4 kN/m
ra2=	0,91 m

Moment siły Ea względem dolnej krawędzi ścianki

Ma3ff= 707,8 kNm

Parcie na skrzydelko

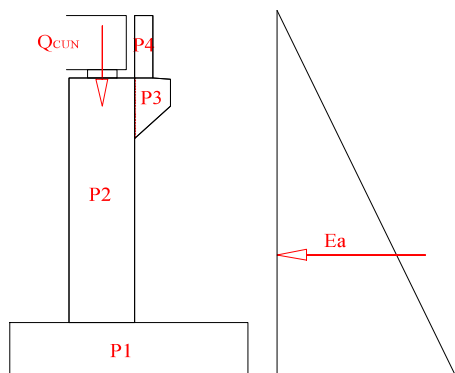
h1=	0,00 m
h2=	0,92 m
h3=	5,70 m
ea(z=h1)=	0,0 kPa
ea(z=h2)=	4,8 kPa
ea'(z=h2)=	31,1 kPa
ea'(z=h3)=	56,0 kPa

Ea1=	2,2 kN/m
ra1=	5,09 m
Ea2=	59,5 kN/m
ra2=	1,59 m

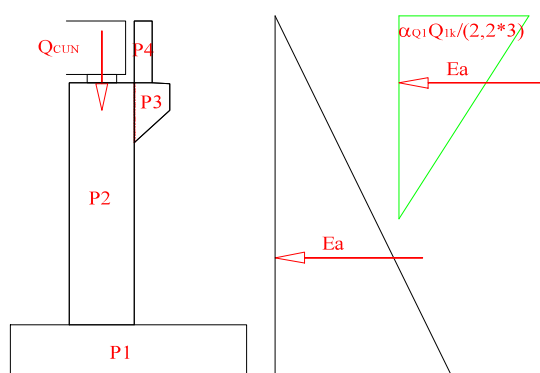
Moment siły Ea względem dolnej krawędzi ścianki

Ma3sk= 463,1 kNm

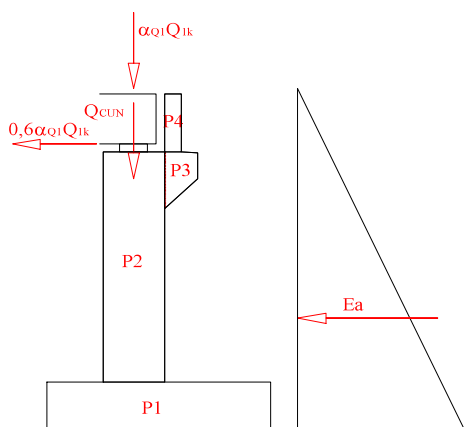
Przypadki obliczeniowe korpusu
Płyta nieobciążona, naziom nieobciążony



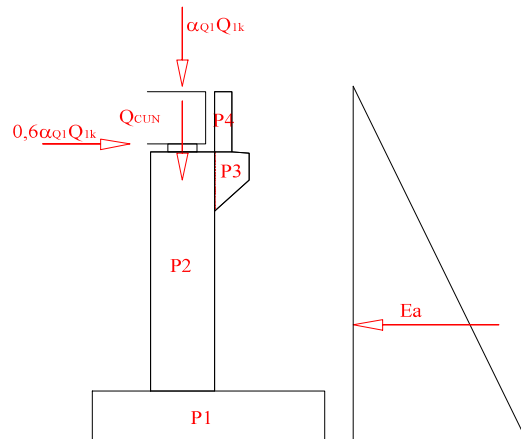
Płyta nieobciążona, naziom obciążony



Płyta obciążona (a), naziom nieobciążony



Płyta obciążona (b), naziom nieobciążony



1. Ścianka zapleczna - pojazd na ścianie

Obciążenie ruchome pionowo

$$V = Q_1/3 + q_1 \cdot 0,3 \text{ m} \cdot 1 \text{ m}$$

$$V = 202,7 \text{ kN}$$

Hamowanie

$$H = H_2/3$$

$$H = 120,3 \text{ kN}$$

$$h = 1,15 \text{ m}$$

$$MH = 138,3 \text{ kNm}$$

Parcie gruntu

$$Ma_{1sz} = 0,8 \text{ kNm}$$

Wymiarowanie ścianki zapleczej

Szukane:

x_1 - wysokość strefy ściskanej betonu

$\sigma_{c,max}$ - naprężenia maksymalne w betonie

$\sigma_{s,max}$ - naprężenia w stali

Dane:

$n =$	6,4	n - stosunek modułów sprężystości stali i betonu
$M =$	187,7 kNm	moment zginający od obciążeń stałych i ruchomych obliczeniowych
$V =$	273,6 kN	
$h_{sz} =$	0,30 m	grubość ścianki zapleczej
$b_{sz} =$	1,00 m	szerokość obliczanej płyty (pasma 1m)
$a =$	0,045 m	otulina zbrojenia głównego
$r =$	0,0125 m	promień prętów zbrojenia głównego
$a_s =$	0,0049087 m ²	pole jednego pręta
$h_1 =$	0,243 m	wysokość użyteczna przekroju
$k =$	10 szt./b	ilość prętów na szerokości przekroju
$A_s =$	0,00490874 m ²	pole stali
$E_s =$	205 GPa	moduł sprężystości stali
$E_c =$	32 GPa	moduł sprężystości betonu
$n = E_s/E_c =$	6,4	
$f_{yk} =$	500 MPa	umowna granica plastyczności stali
$f_{yd} =$	435 MPa	obliczeniowa wytrzymałość stali
$f_{ck} =$	30 MPa	charakterystyczna wytrzymałość walcowa na ściskanie betonu
$\alpha_{cc} =$	0,8	
$\gamma_c =$	1,4	
$f_{cd} =$	17,1 MPa	C30/37 obliczeniowa wytrzymałość betonu na ściskanie

$$x_1 = n \cdot A_s / b_{sz} \cdot \{ [1 + 2 \cdot b_{sz} \cdot h_1 / (n \cdot A_s)]^{0,5} - 1 \}$$

$$x_1 = 0,14 \text{ m}$$

$$\sigma_{c,max} = 2M / [b_{sz} \cdot x_1 \cdot (h_1 - x_1/3)] + V / (h_{sz} \cdot b_{sz}) < f_{cd}$$

$$\sigma_{c,max} = 14 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{s,max} = M / [A_s (h_1 - x_1/3)] < f_{yd}$$

$$\sigma_{s,max} = 197 \text{ MPa}$$

$$\Delta \sigma_c = 84 \% \quad \text{wykorzystanie betonu}$$

$$\Delta \sigma_s = 45 \% \quad \text{wykorzystanie stali}$$

2. Korpus przyczółka - przypadek 1 pojazd na dźwigarze

Ciążar korpusu przyczółka

G3 =	1464,2 kN	e3 =	0,00 m
G4 =	63,5 kN	e4 =	-0,7 m
G5 =	521,1 kN	e5 =	-2,1 m

V _{KP} =	2048,8 kN
M _{KP} =	-1138,8 kNm

Ciążar płyty

V _{UN} =	3336,8 kN
e _{UN} =	0,00 m
M _{UN} =	0,00 kNm

Ciążar ruchomy

$$V_r = R_c$$

V _r =	1713,0 kN
e _r =	0,00 m
M _r =	0,00 kNm

Parcie gruntu naziom nieobciążony

$$M_{par.nn} = M_{a1kp} * b_{kp}$$

M _{par.nn} =	4878,6 kNm
-----------------------	------------

Hamowanie

$$H = H_i/2$$

H =	742,3 kN
h =	4,55 m
MH =	3377,6 kNm

Moment całkowity obliczeniowy

M =	8901,2 kNm
-----	------------

Siła pionowa obliczeniowa

V =	6817,3 kN
-----	-----------

Wymiarowanie ściany korpusu przyczółka

Szukane:

x₁ - wysokość strefy ściskanej betonu

σ_{c.max} - naprężenia maksymalne w betonie

σ_{s.max} - naprężenia w stali

Dane:

n =	6,4	n - stosunek modułów sprężystości stali i betonu
M =	8901,2 kNm	moment całkowity obliczeniowy
V =	6817,3 kN	siła pionowa obliczeniowa
h _{kp} =	1,20 m	grubość korpusu przyczółka
b _{kp} =	9,94 m	szerokość korpusu przyczółka
ρ _{min} =	0,0143 m ²	minimalny stopień zbrojenia
a =	0,050 m	otulina zbrojenia głównego
r =	0,016 m	promień prętów zbrojenia głównego
a _s =	0,0008 m ²	pole jednego pręta
h ₁ =	1,134 m	wysokość użyteczna przekroju
k =	99,4 szt./b	ilość prętów na szerokości przekroju
A _s =	0,0799 m ²	pole stali
A _s > ρ _{min} ?	0,0143 m ²	1
E _s =	205 GPa	moduł sprężystości stali
E _c =	32 GPa	moduł sprężystości betonu
n = E _s /E _c =	6,4	
f _{yk} =	500 MPa	umowna granica plastyczności stali
f _{yd} =	435 MPa	obliczeniowa wytrzymałość stali
f _{ck} =	30 MPa	charakterystyczna wytrzymałość walcowa na ściskanie betonu
α _{cc} =	0,8	
γ _c =	1,4	
f _{cd} =	17,1 MPa	C30/37 obliczeniowa wytrzymałość betonu na ściskanie

$$x_1 = n * A_s / b_{kp} \{ [1 + 2 b_{kp} * h_1 / (n * A_s)]^{0,5} - 1 \}$$

$$x_1 = 0,29 \text{ m}$$

$$\sigma_{c.max} = 2M / [b_{kp} * x_1 * (h_1 - x_1/3)] + V / (h_{kp} * b_{kp}) < f_{cd}$$

σ _{c.max} =	6,4 MPa
----------------------	---------

$$\sigma_{s.max} = M / [A_s (h_1 - x_1/3)] < f_{yd}$$

σ _{s.max} =	107 MPa
----------------------	---------

Δσ _{c.} =	38 %	wykorzystanie betonu
--------------------	------	----------------------

Δσ _{s.} =	25 %	wykorzystanie stali
--------------------	------	---------------------

3. Korpus przyczółka - przypadek 2 pojazd na dojeździe

Ciężar korpusu przyczółka

$V_{kp} =$	2048,8 kN
$M_{kp} =$	-1138,8 kNm

Ciężar płyty

$V_{UN} =$	3336,8 kN
$e_{UN} =$	0,00 m
$M_{UN} =$	0,0 kNm

Parcie gruntu naziom obciążony

$M_{par.no} = M_{a2kp} * b_{kp}$	
$M_{par.no} =$	5371,3 kNm

Moment całkowity obliczeniowy

$M =$	4883,5 kNm
-------	------------

Siła pionowa obliczeniowa

$V =$	7270,6 kN
-------	-----------

Wymiarowanie ściany korpusu przyczółka

Szukane:

x_1 - wysokość strefy ściskanej betonu

$\sigma_{c.max}$ - naprężenia maksymalne w betonie

$\sigma_{s.max}$ - naprężenia w stali

Dane:

$n =$	6,4	n - stosunek modułów sprężystości stali i betonu
$M =$	4883,5 kNm	
$V =$	7270,6 kN	
$h_{kp} =$	1,20 m	grubość korpusu przyczółka
$b_{kp} =$	9,94 m	szerokość korpusu przyczółka
$\rho_{min} =$	0,0143 m ²	minimalny stopień zbrojenia
$a =$	0,050 m	otulina zbrojenia głównego
$r =$	0,016 m	promień prętów zbrojenia głównego
$a_s =$	0,0008 m ²	pole jednego pręta
$h_1 =$	1,134 m	wysokość użyteczna przekroju
$k =$	99,4 szt./b	ilość prętów na szerokości przekroju
$A_s =$	0,0799 m ²	pole stali
$A_s > \rho_{min}?$	0,0143 m ²	1
$E_s =$	205 GPa	moduł sprężystości stali
$E_c =$	32 GPa	moduł sprężystości betonu
$n = E_s/E_c =$	6,4	
$f_{yk} =$	500 MPa	umowna granica plastyczności stali
$f_{yd} =$	435 MPa	obliczeniowa wytrzymałość stali
$f_{ck} =$	30 MPa	charakterystyczna wytrzymałość walcowa na ściskanie betonu
$\alpha_{cc} =$	0,8	
$\gamma_c =$	1,4	
$f_{cd} =$	17,1 MPa	C30/37 obliczeniowa wytrzymałość betonu na ściskanie

$$x_1 = n * A_s / b_{kp} \{ [1 + 2 b_{kp} * h_1 / (n * A_s)]^{0,5} - 1 \}$$

$$x_1 = 0,29 \text{ m}$$

$$\sigma_{c.max} = 2M / [b_{kp} * x_1 * (h_1 - x_1/3)] + V / (h_{kp} * b_{kp}) < f_{cd}$$

$$\sigma_{c.max} = 3,8 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{s.max} = M / [A_s (h_1 - x_1/3)] < f_{yd}$$

$$\sigma_{s.max} = 59 \text{ MPa}$$

$$\Delta \sigma_c = 22 \%$$
 wykorzystanie betonu

$$\Delta \sigma_s = 14 \%$$
 wykorzystanie stali

4. Skrzydelko - przypadek pojazd na dojeździe

Ciężar skrzydła

$$V_{SK} = (G5+G7+G8 +G12+G13)$$

$$V_{SK} = 520,7 \text{ kN}$$

Parcie gruntu naziom obciążony

$$M_{par.sk} = M_{a3sk} \cdot b_{sk}$$

$$M_{par.sk} = 1389,4 \text{ kNm}$$

Moment całkowity obliczeniowy

$$M = 1875,7 \text{ kNm}$$

Siła pionowa obliczeniowa

$$V = 703,0 \text{ kN}$$

Wymiarowanie ściany korpusu przyczółka

Szukane:

x_1 - wysokość strefy ściskanej betonu

$\sigma_{c.max}$ - naprężenia maksymalne w betonie

$\sigma_{s.max}$ - naprężenia w stali

Dane:

$n = 6,4$ n - stosunek modułów sprężystości stali i betonu

$$M = 1875,7 \text{ kNm}$$

$$V = 703,0 \text{ kN}$$

$$h_{sk} = 0,60 \text{ m}$$
 grubość skrzydła

$$b_{sk} = 3,00 \text{ m}$$
 szerokość pasma

$$\rho_{min} = 0,002160 \text{ m}^2$$
 minimalny stopień zbrojenia

$$a = 0,050 \text{ m}$$
 otulina zbrojenia głównego

$$r = 0,0125 \text{ m}$$
 promień prętów zbrojenia głównego

$$a_s = 0,00049087 \text{ m}^2$$
 pole jednego pręta

$$h_1 = 0,538 \text{ m}$$
 wysokość użyteczna przekroju

$$k = 30,0 \text{ szt./b}$$
 ilość prętów na szerokości przekroju

$$A_s = 0,014726 \text{ m}^2$$
 pole stali

$$A_s > \rho_{min}?$$
 $0,002160 \text{ m}^2$ 1

$$E_s = 205 \text{ GPa}$$
 moduł sprężystości stali

$$E_c = 32 \text{ GPa}$$
 moduł sprężystości betonu

$$n = E_s/E_c = 6,4$$

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$$
 umowna granica plastyczności stali

$$f_{yd} = 435 \text{ MPa}$$
 obliczeniowa wytrzymałość stali

$$f_{ck} = 30 \text{ MPa}$$
 charakterystyczna wytrzymałość walcowa na ściskanie betonu

$$\alpha_{cc} = 0,8$$

$$\gamma_c = 1,4$$

$$f_{cd} = 17,1 \text{ MPa}$$
 C30/37 obliczeniowa wytrzymałość betonu na ściskanie

$$x_1 = n \cdot A_s / b_{sk} \cdot \{ [1 + 2 \cdot b_{sk} \cdot h_1 / (n \cdot A_s)]^{0,5} - 1 \}$$

$$x_1 = 0,16 \text{ m}$$

$$\sigma_{c.max} = 2M / [b_{sk} \cdot x_1 \cdot (h_1 - x_1/3)] + V / (h_{sk} \cdot b_{sk}) < f_{cd}$$

$$\sigma_{c.max} = 17,0 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{s.max} = M / [A_s (h_1 - x_1/3)] < f_{yd}$$

$$\sigma_{s.max} = 262 \text{ MPa}$$

$$\Delta \sigma_c = 99 \%$$
 wykorzystanie betonu

$$\Delta \sigma_s = 60 \%$$
 wykorzystanie stali