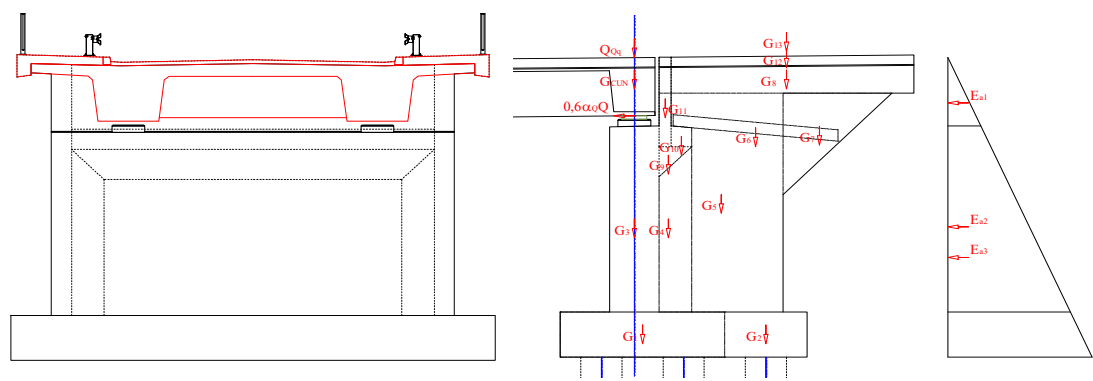


Część obliczeniowa
Przyjęcie geometrii przyczółka



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							
Ława fundamentowa 1		Ława fundamentowa 2		Korpus przyczółka 3		Pachwina 4	
L1	4.00 m	L2	2.00 m	L3	1.20 m	L4	0.80 m
b1	11.94 m	b2	2.50 m	b3	9.94 m	b4	0.80 m
h1	1.20 m	h2	1.20 m	h3	4.91 m	h4	3.97 m
V1	57.31 m ³	V2	6.00 m ³	V3	58.57 m ³	V4	1.27 m ³
G1	1433 kN	G2	150 kN	G3	1464 kN	G4	32 kN
Skrzydło 5		Pl. Przejść. 6		Skrzydło 7		Skrzydło 8	
L5	3.00 m	L6	4.00 m	L7	2.64 m	L8	6.19 m
b5	0.50 m	b6	8.90 m	b7	0.50 m	b8	0.50 m
h5	5.79 m	h6	0.30 m	h7	2.69 m	h8	1.00 m
V5	8.69 m ³	V6	10.68 m ³	V7	3.55 m ³	V8	3.10 m ³
G5	217 kN	G6	267 kN	G7	89 kN	G8	77 kN
Wspornik 9		Wspornik 10		Ścianka zaplecza 11		Skrzydło wspornik 12	
L9	0.80 m	L10	0.50 m	L11	0.30 m	L12	6.19 m
b9	8.94 m	b10	8.94 m	b11	8.94 m	b12	0.50 m
h9	0.80 m	h10	0.52 m	h11	2.37 m	h12	0.27 m
V9	2.86 m ³	V10	2.32 m ³	V11	6.36 m ³	V12	0.84 m ³
G9	72 kN	G10	58 kN	Q11	158.91 kN	Q12	21 kN
Skrzydło wyposażenie 13							
L13k	6.19 m	L13g	6.19 m	L13b	6.19 m		
b13k	1.00 m	b13g	0.35 m	g.b	0.50 kN/m		
h13k	0.23 m	h13g	0.65 m				
V13k	1.39 m ³	V13g	1.41 m ³				
G13k	35 kN	G13g	35 kN	G13b	3 kN	G13	73 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
Qpł	5611 kN	Qn	501 kN	Qkch	499 kN
		Bariery			
		nb		4	
				Qb	
				62 kN	

$G_{Dzw} = 3337 \text{ kN}$

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/m2	q _{2,j}	2.5 kN/m2	q _{3,j}	2.5 kN/m2	q _{n,j}	2.5 kN/m2
b _{PU1}	3 m	b _{PU2}	3 m	b _{PU3}	0 m	b _{PU_n/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 _{tj}	3 kN/m2
b _{chod}	1.5 m
q _t	140 kN

Ciężar charkterystyczny obciążenia ruchomego

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

Ciężar obliczeniowy obciążenia ruchomego

γ _Q	1.35
Q _{R,d}	2313 kN

Rozkład obciążeń nałożyska

Zestawienie obciążeń charakterystycznych przypadających nałożyska

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	

Obciążenia poziome

Siła hamowania na płycie

$H_1 = 0,6\alpha_{Q1} \cdot Q_1 + 0,1\alpha_{q1} \cdot q_1$

α _{Q1}	1
α _{q1}	1.33
q _{1,j}	9 kN/m2
q ₁	659.0 kN
Q ₁	600 kN

H ₁	447.6 kN	max	900 kN
----------------	----------	-----	--------

Siła hamowania na ścianie zapleczej

$H_2 = 0,6\alpha_{Q1} \cdot Q_1 + 0,1\alpha_{q1} \cdot q_1$

α _{Q1}	1
α _{q1}	1
q _{1,j}	9 kN/m2
q ₁	6.38 kN
Q ₁	600 kN

H ₂	360.6 kN
----------------	----------

Siła tarcia nałożysku przesuwным przy zmianie temperatury

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

μ	0.2
H ₃	795 kN

PARCIE GRUNTU

φ	32 st	0.559 PI*rad
γ	18 kN/m3	

Parcie czynne

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

1-sin(f)	0.449
1+sin(f)	1.551
K _a	0.289
K _a ^{0,5}	0.538
ea(z=h)	γ*h*K _a
Ea	0,5*K _a *γ*h ²

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=	1.3 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=	169.2 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 ścianki

Ma1kp=	272.7 kNm
---------------	------------------

Naziom obciążony - uproszczenie

$q_z = Q_1/(2,2*3)$	
$q_z =$	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
Ea1=	3.4 kN/m
ra1=h/3	0.38 m
Ea2=	30.2 kN/m
ra2=h/2	0.58 m

Moment siły Ea względem dolnej krawędzi ścianki

Ma2sz=	18.7 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=	104.3 kN/m
ra2=	3.72 m
Ea3=	15.6 kN/m
ra3=	0.58 m
Ea4=	35.8 kN/m
ra4=	0.87 m

Moment siły Ea względem dolnej krawędzi ścianki

Ma2kp= 548.3 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
Ea3=	38.8 kN/m
ra3=	1.37 m

Moment siły Ea względem dolnej krawędzi ścianki

Ma3lf= 752.8 kNm

Parcie na skrzydelko

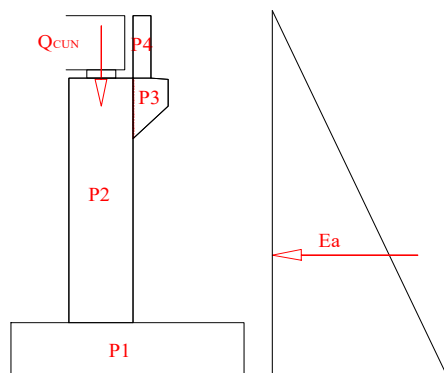
h1=	0.00 m
h2=	0.92 m
h3=	5.70 m
ea(z=h1)=	0.0 kPa
ea(z=h2)=	4.8 kPa
ea'(z=h2)=	31.1 kPa
ea'(z=h3)=	56.0 kPa
Ea1=	2.2 kN/m
ra1=	5.09 m
Ea2=	59.5 kN/m
ra2=	1.59 m
Ea3=	118.9 kN/m
ra3=	2.39 m

Moment siły Ea względem dolnej krawędzi ścianki

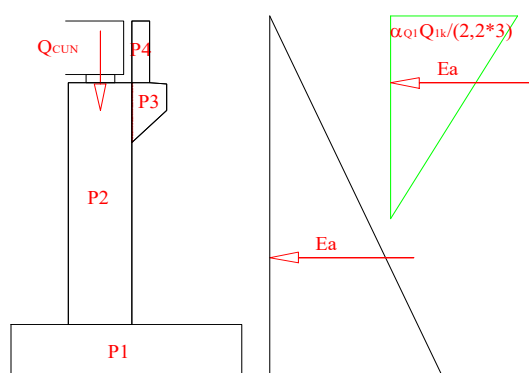
Ma3sk= 605.9 kNm

Przypadki obliczeniowe korpusu

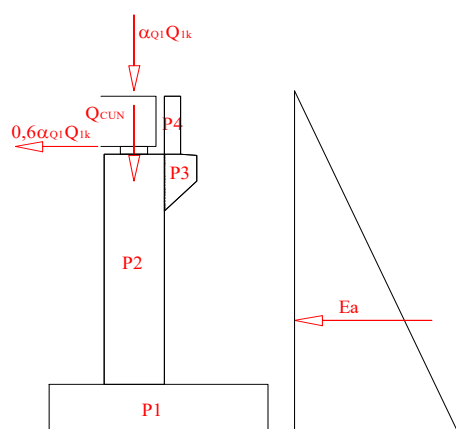
Płyta nieobciążona, naziom nieobciążony



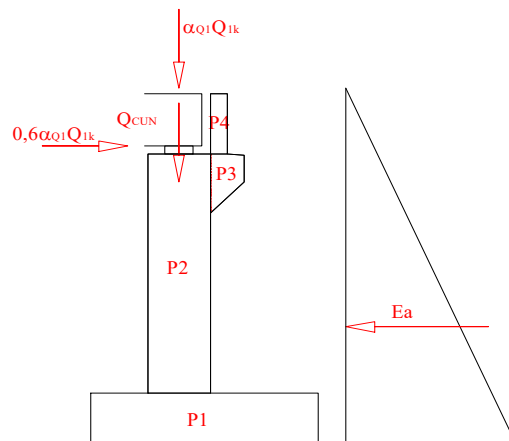
Płyta nieobciążona, naziom obciążony



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

$$H = H_2/3$$

$$H = 120.2 \text{ kN}$$

$$h = 1.15 \text{ m}$$

$$MH = 138.2 \text{ kNm}$$

Parcie gruntu

$$Ma_{1sz} = 1.3 \text{ kNm}$$

Wymiarowanie ścianki zapleczej

Szukane:

x - 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 =	188.4 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
a =	0.045 m	otulina zbrojenia głównego
r =	0.008 m	promień prętów zbrojenia głównego
a_s =	0.00020106 m ²	pole jednego pręta
d =	0.947 m	wysokość użyteczna przekroju
k =	5 szt./b	ilość prętów na szerokości przekroju
A_s =	0.00100531 m ²	pole stali
E_s =	205000 MPa	moduł sprężystości stali
E_c =	32000 MPa	moduł sprężystości betonu
$n = E_s/E_c =$	6.4	
f_{yk} =	500000 kPa	umowna granica plastyczności stali
f_{yd} =	434783 kPa	obliczeniowa wytrzymałość stali
f_{ck} =	30000 kPa	charakterystyczna wytrzymałość walcowa na ściskanie betonu
α_{cc} =	0.8	
γ_c =	1.5	
f_{cd} =	16000 kPa	C30/37 obliczeniowa wytrzymałość betonu na ściskanie

$$x = n A_s / b \cdot \{ [1 + 2 b d / (n A_s)]^{0.5} - 1 \}$$

$$x = 0.18 \text{ m}$$

$$\sigma_{c,max} = 2M / [b \cdot x \cdot (d - x/3)] + V / (h \cdot b) < f_{cd}$$

$$\sigma_{c,max} = 8726 \text{ kPa}$$

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

$$\sigma_{s,max} = 211396 \text{ kPa}$$

$$\Delta \sigma_c = 55 \%$$

wykorzystanie betonu

$$\Delta \sigma_s = 49 \%$$

wykorzystanie stali

2. Korpus przyczółka - przypadek 1 pojazd na dźwigarze

Ciążar korpusu przyczółka

QP2 =	150.0 kN	e2 =	0.00 m
QP3 =	1464.2 kN	e3 =	-0.7 m
QP4 =	31.8 kN	e4 =	-0.7 m

MPrz = -1047.1 kNm

Vprz = 1645.9 kN

Ciążar płyty

V_{2cun} = 3336.8 kN

eUN = 0.00 m

MUN = 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_{alkp} = 1682.3 kNm

Hamowanie

H = H₁/2

H = 447.6 kN

h = 4.55 m

MH = 2036.8 kNm

Moment całkowity obliczeniowy

M = 3607.1 kNm

Siła pionowa obliczeniowa

V = 6817.3 kN

Wymiarowanie ściany korpusu przyczółka

Szukane:

x - 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 = 3607.1 kNm

V = 6817.3 kNm

h_{kp} = 1.20 m grubość korpusu przyczółka

b_{kp} = 11.94 m szerokość korpusu przyczółka

ρ_{min} = 0.0172 m² minimalny stopień zbrojenia

a = 0.050 m otulina zbrojenia głównego

r = 0.016 m promień prętów zbrojenia głównego

as = 0.0008 m² pole jednego pręta

d = 1.134 m wysokość użyteczna przekroju

k = 119.4 szt./b ilość prętów na szerokości przekroju

As = 0.0960 m² pole stali

As > ρ_{min}?

0.0172 m²

Es = 205000 MPa moduł sprężystości stali

Ec = 32000 MPa moduł sprężystości betonu

n = Es/Ec = 6.4

f_{yk} = 500000 kPa umowna granica plastyczności stali

f_{yd} = 434783 kPa obliczeniowa wytrzymałość stali

f_{ck} = 30000 kPa charakterystyczna wytrzymałość walcowa na ściskanie betonu

α_{cc} = 0.8

γ_c = 1.5

f_{cd} = 16000 kPa C30/37 obliczeniowa wytrzymałość betonu na ściskanie

$x = n As / b \{ [1 + 2 b d / (n As)]^{0.5} - 1 \}$

x = 0.68 m

σ_c.max = 2M/[b x (d - x/3)] + V/(h b) < f_{cd}

σ_c.max = 10206 kPa

σ_s.max = M/[As(d - x/3)] < f_{yd}

σ_s.max = 41419 kPa

Δσ_c = 64 % wykorzystanie betonu

Δσ_s = 10 % wykorzystanie stali

3. Korpus przyczółka - przypadek 2 pojazd na dojeździe

Ciężar korpusu przyczółka

$$V_{1\text{ekp}} = QP2/bp2 + QP3/bp3 + QP4/bp4$$

$$V_{1\text{ekp}} = 1645.9 \text{ kN}$$

Ciężar płyty

$$V_{2\text{cun}} = Q_{\text{GUN}}/n_{\text{łoż}}$$

$$V_{2\text{cun}} = 3336.8 \text{ kN}$$

Parcie gruntu naziom obciążony

$$M_{a2\text{kp}} = 438.6 \text{ kNm}$$

Moment całkowity obliczeniowy

$$M = 592.1 \text{ kNm}$$

Siła pionowa obliczeniowa

$$V = 6726.7 \text{ kN}$$

Wymiarowanie ściany korpusu przyczółka

Szukane:

x - wysokość strefy ściskanej betonu

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

$\sigma_{s.\text{max}}$ - naprężenia w stali

Dane:

n = 6.4 n - stosunek modułów sprężystości stali i betonu

$$M = 592.1 \text{ kNm}$$

$$V = 6726.7 \text{ kN}$$

$$h_{\text{kp}} = 1.20 \text{ m} \quad \text{grubość korpusu przyczółka}$$

$$b_{\text{kp}} = 10.94 \text{ m} \quad \text{szerokość korpusu przyczółka}$$

$$\rho_{\text{min}} = 0.0158 \text{ m}^2 \quad \text{minimalny stopień zbrojenia}$$

$$a = 0.050 \text{ m} \quad \text{otulina zbrojenia głównego}$$

$$r = 0.016 \text{ m} \quad \text{promień prętów zbrojenia głównego}$$

$$a_s = 0.0008 \text{ m}^2 \quad \text{pole jednego pręta}$$

$$d = 10.874 \text{ m} \quad \text{wysokość użyteczna przekroju}$$

$$k = 109.4 \text{ szt./b} \quad \text{ilość prętów na szerokości przekroju}$$

$$A_s = 0.0880 \text{ m}^2 \quad \text{pole stali}$$

$$A_s > \rho_{\text{min}}?$$

$$0.0158 \text{ m}^2$$

$$E_s = 205000 \text{ MPa} \quad \text{moduł sprężystości stali}$$

$$E_c = 32000 \text{ MPa} \quad \text{moduł sprężystości betonu}$$

$$n = E_s/E_c = 6.4$$

$$f_{yk} = 500000 \text{ kPa} \quad \text{umowna granica plastyczności stali}$$

$$f_{yd} = 434783 \text{ kPa} \quad \text{obliczeniowa wytrzymałość stali}$$

$$f_{ck} = 30000 \text{ kPa} \quad \text{charakterystyczna wytrzymałość walcowa na ściskanie betonu}$$

$$\alpha_{cc} = 0.8$$

$$\gamma_c = 1.5$$

$$f_{cd} = 16000 \text{ kPa} \quad \text{C30/37} \quad \text{obliczeniowa wytrzymałość betonu na ściskanie}$$

$$x = n A_s / b \{ [1 + 2 b d / (n A_s)]^{0.5} - 1 \}$$

$$x = 2.76 \text{ m}$$

$$\sigma_{c.\text{max}} = 2M/[b x (d - x/3)] + V/(h b) < f_{cd}$$

$$\sigma_{c.\text{max}} = 548 \text{ kPa}$$

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

$$\sigma_{s.\text{max}} = 676 \text{ kPa}$$

$$\Delta \sigma_{c.} = 3 \% \quad \text{wykorzystanie betonu}$$

$$\Delta \sigma_{s.} = 0 \% \quad \text{wykorzystanie stali}$$

4. Skrzydelko - przypadek pojazd na dojeździe

Ciężar skrzydła

$$V_{1\text{esk}} = (G7+G8 +G12+ G13k + G13g)/L7$$

$$V_{1\text{esk}} = 97.4 \text{ kN}$$

Parcie gruntu naziom obciążony

$$M_{a3\text{sk}} = 605.9 \text{ kNm}$$

Moment całkowity obliczeniowy

$$M = 818.0 \text{ kNm}$$

Siła pionowa obliczeniowa

$$V = 131.5 \text{ kN}$$

Wymiarowanie ściany korpusu przyczółka

Szukane:

x - wysokość strefy ściskanej betonu

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

$\sigma_{s.\text{max}}$ - naprężenia w stali

Dane:

n =	6.4	n - stosunek modułów sprężystości stali i betonu
M =	818.0 kNm	
V =	131.5 kN	
h_{sk} =	0.50 m	grubość skrzydła
b_{sk} =	2.64 m	szerokość pasma
ρ_{min} =	0.001584 m2	minimalny stopień zbrojenia
a =	0.050 m	otulina zbrojenia głównego
r =	0.008 m	promień prętów zbrojenia głównego
as =	0.00020106 m2	pole jednego pręta
d =	2.582 m	wysokość użyteczna przekroju
k =	6.667 szt./b	ilość prętów na szerokości przekroju
As =	0.001340 m2	pole stali
As > ρ_{min} ?	0.001584 m2	
Es =	205000 MPa	moduł sprężystości stali
Ec =	32000 MPa	moduł sprężystości betonu
n = Es/Ec =	6.4	
f_{yk} =	500000 kPa	umowna granica plastyczności stali
f_{yd} =	434783 kPa	obliczeniowa wytrzymałość stali
f_{ck} =	30000 kPa	charakterystyczna wytrzymałość walcowa na ściskanie betonu
α_{cc} =	0.8	
γ_c =	1.5	
f_{cd} =	16000 kPa	C30/37 obliczeniowa wytrzymałość betonu na ściskanie

$$x = n As/b \{ [1+2 b d/(n As)]^{0.5} - 1 \}$$

$$x = 0.28 \text{ m}$$

$$\sigma_{c.\text{max}} = 2M/[b x (d - x/3)] + V/(h b) < f_{cd}$$

$$\sigma_{c.\text{max}} = 4777 \text{ kPa}$$

$$\sigma_{s.\text{max}} = M/[As(d - x/3)] < f_{yd}$$

$$\sigma_{s.\text{max}} = 245260 \text{ kPa}$$

$$\Delta\sigma_{c.} = 30 \%$$

wykorzystanie betonu

$$\Delta\sigma_{s.} = 56 \%$$

wykorzystanie stali