

ZAMAWIAJĄCY:	
	POWIAT TCZEWSKI ul. Piaskowa 2 83-110 Tczew
WYKONAWCA:	
	PRACOWNIA PROJEKTOWA MiD MARCIN DUDEK ul. Czesława Miłosza 17 80-126 Gdańsk
UMOWA: WI.032.189.2023 z dn. 15.11.2023 r.	
PROJEKT WYKONAWCZY	
Tom:	III z III
Branża:	Obliczenia statyczno-wytrzymałościowe
Nazwa zadania:	„Remont wiaduktu drogowego nad linią kolejową PKP w ciągu ul. 30 Stycznia w Tczewie”
Kategoria obiektu:	XXVIII
Nazwa obiektu:	Wiadukt w ciągu ul. 30 Stycznia nad liniami kolejowymi nr 131, 729 i 735
Adres obiektu:	gm. m. Tczew, pow. tczewski, woj. pomorskie

STANOWISKO, IMIĘ I NAZWISKO	SPECJALNOŚĆ	NR UPRAWNIENÍ	PODPIS
Projektant: DR INŻ. MARCIN DUDEK	mostowa b/o	POM/0283/POOM/09	
Sprawdzający: MGR INŻ. JAROSŁAW TRZCIŃSKI	mostowa b/o	POM/0347/PBM/18	
Opracowująca: MGR INŻ. PAULINA MARZEJON-KUŹNICKA	-	-	

DATA OPRACOWANIA	DATA SPRAWDZENIA	NUMER EGZEMPLARZA
30.04.2024	30.04.2024	1

SPIS TREŚCI

CZĘŚĆ OPISOWA	3
1 WSTĘP	4
1.1 Przedmiot opracowania	4
1.2 Podstawa opracowania.....	4
1.3 Cel i zakres opracowania.....	4
1.4 Lokalizacja	4
2 ZAKRES OPRACOWANIA	5
3 ZAŁOŻENIA DO OBLICZEŃ KONSTRUKCJI WSPORNIKA	5
3.1 Podstawa opracowania.....	5
3.2 Model obliczeniowy.....	5
3.3 Analiza statyczna	5
3.3.1 Oddziaływania	5
3.3.2 Geometria	6
3.3.3 Kombinacje oraz współczynniki obliczeniowe	7
3.3.4 Wyznaczenie sił uogólnionych na wspornik chodnika - Sytuacja trwała	7
3.3.5 Wyznaczenie sił uogólnionych na wspornik chodnika - Sytuacja wyjątkowa	8
3.4 Analiza wytrzymałościowa	8
3.4.1 Nośność na zginanie wspornika (ULS)	8
3.4.2 Nośność na ścinanie (ULS)	9
3.4.3 Sprawdzenie zarysowania (SLS)	10

CZĘŚĆ OPISOWA

1.1 Przedmiot opracowania

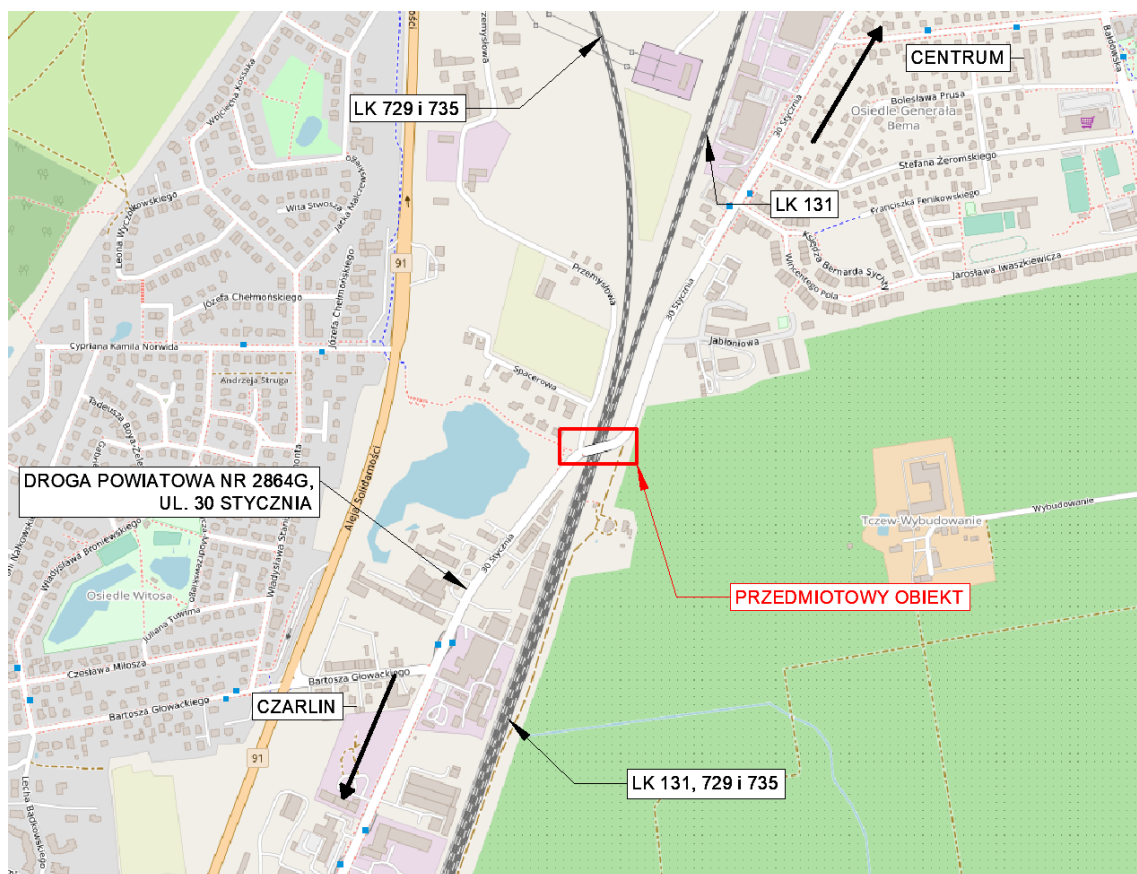
1.2 Podstawa opracowania

1.3 Cel i zakres opracowania

Zakres niniejszego opracowania obejmuje projekt remontu ze wskazaniem prac remontowych do wykonania dla wiaduktu drogowego w ciągu drogi powiatowej nr 2864G nad liniami kolejowymi nr 131, 729 i 735.

1.4 Lokalizacja

Inwestycja zlokalizowana jest na terenie województwa pomorskiego, w powiecie tczewskim, gmina m. Tczew.



Rys. 1 Lokalizacja wiaduktu
[źródło: <https://polska.geoportal2.pl>]

2 ZAKRES OPRACOWANIA

Przedmiotem niniejszego opracowania jest przedstawienie założeń przyjętych do obliczeń konstrukcji wspornika pod chodnikiem, w tym dotyczących obciążeń, oraz podstawowych wyników tych obliczeń.

3 ZAŁOŻENIA DO OBLICZEŃ KONSTRUKCJI WSPORNIKA

3.1 Podstawa opracowania

- [1] Eurokod 0 – PN-EN 1990 – Podstawy projektowania konstrukcji;
- [2] Eurokod 1 – PN-EN 1991 – Oddziaływania na konstrukcję;
- [3] Eurokod 2 – PN-EN 1992 – Projektowanie konstrukcji z betonu;

3.2 Model obliczeniowy

Analizę statyczną konstrukcji wspornika wykonano w oparciu o własne arkusze kalkulacyjne w środowisku oprogramowania Excel. Konstrukcję obliczono jako belkę wspornikową utwierdzoną w skrajnym dźwigarze głównym wiaduktu.

W obliczeniach założono, że elementami wyposażenia będą balustrady z ekranami przeciwporażeniowymi oraz podwieszony do wspornika wodociąg.

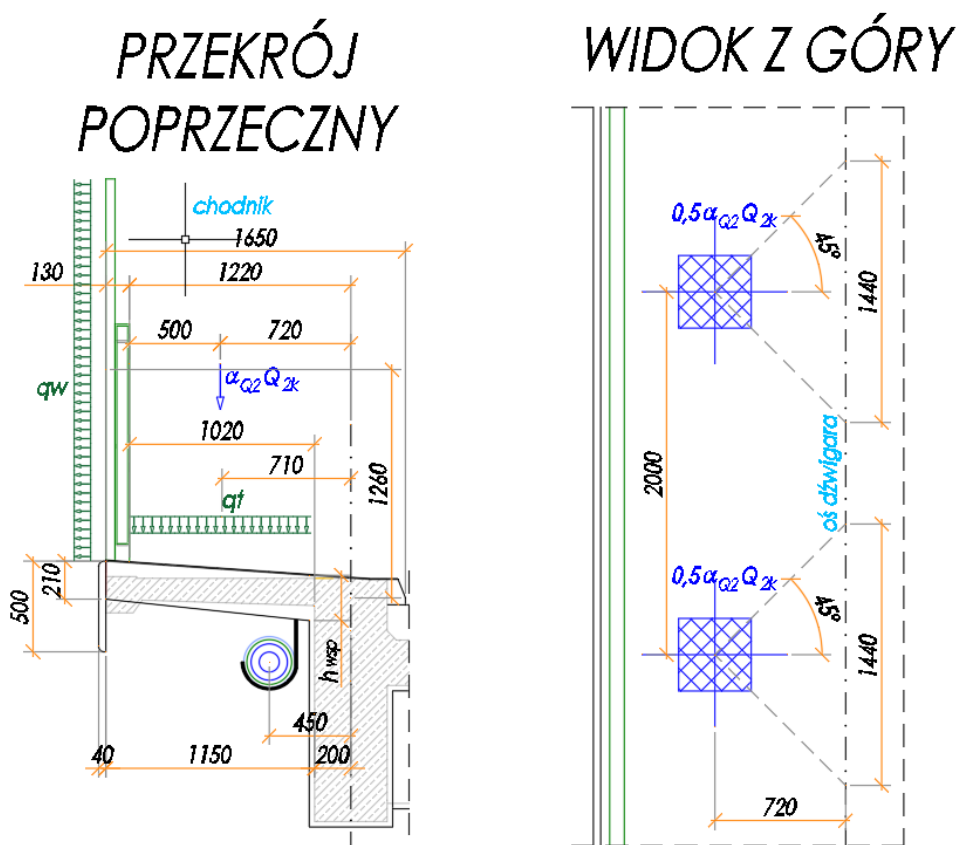
3.3 Analiza statyczna

3.3.1 Oddziaływania

Model obciążano wykorzystując następujące obciążenia zgodne z **Błąd! Nie można odnaleźć źródła odwołania.****Błąd! Nie można odnaleźć źródła odwołania.:**

- ciężar własny konstrukcji betonowej wspornika $\gamma=25 \text{ kN/m}^3$;
 - ciężar elementów wyposażenia (balustrada, ekran przeciwporażeniowy, wodociąg);
- obciążenie użytkowe chodnika o wartości $q_{fk}=5 \text{ kN/m}^2$ (oddziaływanie równomiernie rozłożone)
- obciążenie parciem wiatru na elementy wyposażenia o wartości $q_w=1,26 \text{ kN/m}^2$
 - obciążenie użytkowe chodnika o wartości $q_{fk}=5 \text{ kN/m}^2$ (oddziaływanie równomiernie rozłożone)
 - obciążenie wyjątkowe chodnika pojazdem o wartości $\alpha_{Q2}Q_{2k}=200\text{kN}$ (oddziaływanie sił skupionych);

3.3.2 Geometria



Rys. 2. Geometria wspornika wraz z obciążeniem

$h_{wsp} =$	0,21	m	wysokość przekroju podporowego wspornika
$L =$	1,15	m	długość wspornika
$b =$	1,02	m	szerokość obc tłumem na chodniku
$b_1 =$	0,71	m	ramię obciążenia tłumem
$b_2 =$	0,72	m	ramię dla siły obciążenia pojazdem
$h_{epp} =$	2,10	m	wysokość ekranu przeciwporażeniowego
$b_{epp} =$	1,26	m	ramię ekranu przeciwporażeniowego
$\gamma_{bet} =$	25	kN/m ³	ciężar obj betonu wspornika
$q_{bal} =$	0,40	kN/m	ciężar balustrady
$q_{ekr} =$	0,50	kN/m	ciężar ekranu przeciwporażeniowego
$q_{wodoc} =$	1,50	kN/m	ciężar wodociągu
$q_w =$	1,26	kN/m ²	parcie wiatru
$q_t =$	5,00	kN/m ²	obc ruchome pasa umownego
$A_d = \alpha_{Q2} Q_{2k}$	200	kN	wyjątkowe obciążenie pojazdem na chodniku (oś)
$\phi =$	45	st.	kąt rozkładu obciążenia skupionego

3.3.3 Kombinacje oraz współczynniki obliczeniowe

W stanie granicznym nośności dla sprawdzenia elementów konstrukcji (STR) w sytuacji trwałej stosowano następujące współczynniki obliczeniowe (w nawiasach podano współczynnik dla sytuacji wyjątkowej):

a. ciężar własny konstrukcji	1,35 (1,00)
b. ciężar wyposażenia	1,35 (1,00)
c. parcie wiatru	1,50 (1,00)
d. obciążenie użytkowe	1,35 (0,00)
e. obciążenie wyjątkowe	0,00 (1,00)

Zgodnie z zasadami opisanymi w [2] pkt. 4.7.3.1 obciążenia osi w postaci $\alpha_{Q2}Q_{2k}$ nie należy przyjmować jednocześnie z innym obciążeniem zmiennym na pomoście.

3.3.4 Wyznaczenie sił uogólnionych na wspornik chodnika - Sytuacja trwała

Tabela 1 Zestawienie sił pionowych na 1m szerokości wspornika

	V_k [kN/m]	γ [-]	V_d [kN/m]	a - ramię sił [m]
wspornik bet	6,04	1,35	8,15	0,78
deska gzymsowa	0,50	1,35	0,68	1,37
nawierzchnia	0,12	1,35	0,16	0,78
balustrada	0,40	1,35	0,54	1,26
ekran przeciwporaż.	0,50	1,35	0,68	1,35
wodociąg	1,50	1,35	2,03	0,45
tłum	5,10	1,35	6,89	0,71
suma	14,2		19,1	

Tabela 2 Zestawienie momentów zginających na 1m szerokości wspornika

	ψ [-]	M_k [kN/m]	γ [-]	M_d [kN/m]
wspornik bet		4,68	1,35	6,32
deska gzymsowa		0,69	1,35	0,92
nawierzchnia		0,09	1,35	0,12
balustrada		0,50	1,35	0,68
ekran przeciwporaż.		0,68	1,35	0,91
wodociąg		0,68	1,35	0,91
parcie wiatru	0,6	1,67	1,5	2,51
tłum		3,62	1,35	4,89
suma		12,6		17,3

3.3.5 Wyznaczenie sił uogólnionych na wspornik chodnika - Sytuacja wyjątkowa

Tabela 3 Zestawienie sił pionowych na 1m szerokości wspornika

	V_k [kN/m]	γ [-]	V_d [kN/m]	a - ramię sił [m]
wspornik bet	6,04	1	6,04	0,20
deska gzymsowa	0,50	1	0,50	0,22
nawierzchnia	0,12	1	0,12	0,20
balustrada	0,40	1	0,40	0,11
ekran przeciwporaż.	0,50	1	0,50	0,20
wodociąg	1,50	1	1,50	0,45
pojazd	69,44	1	69,44	0,72
suma	78,5		78,5	

Tabela 4 Zestawienie momentów zginających na 1m szerokości wspornika

	ψ [-]	M_k [kN/m]	γ [-]	M_d [kN/m]
wspornik bet		1,21	1	1,21
deska gzymsowa		0,11	1	0,11
nawierzchnia		0,02	1	0,02
balustrada		0,04	1	0,04
ekran przeciwporaż.		0,10	1	0,10
wodociąg		0,68	1	0,68
parcie wiatru	0,2	0,56	1	0,56
pojazd		50,00	1	50,00
suma		52,7		52,7

3.4 Analiza wytrzymałościowa

3.4.1 Nośność na zginanie wspornika (ULS)

$f_{ck}=$	30	MPa	beton - wytrzymałość charakterystyczna
$f_{yk}=$	500	MPa	stal - wytrzymałość charakterystyczna
$h_p=$	0,25	m	wysokość przekroju podporowego
$b_p=$	1,00	m	szerokość przekroju
$c=$	35	mm	otulenie prętów zbrojeniowych
$\phi=$	16	mm	średnica prętów zbrojeniowych
$n=$	6,67	szt.	ilość prętów zbrojeniowych
$M_{Ed}=$	53	kNm	moment obliczeniowy

$d_{p1}=h_p-c-0,5\phi$	169	mm	wysokość użyteczna przekroju
$\sigma_c=\eta*f_{cd}=\eta*\alpha_{cc}*f_{ck}/\gamma_M$	18,2	MPa	naprężenie w betonie
$\sigma_s=f_{yd}=f_{yk}/\gamma_s$	435	MPa	naprężenie w stali zbrojeniowej
$\epsilon_{yd}=f_{yd}/E_s$	2,174	‰	odkształc w zbroj odpowiadające obl granicy plast.
$\epsilon_{cu}=\chi_{lim}=d_{p1}*\lambda*\epsilon_{cu}/(\epsilon_{cu}+\epsilon_{yd})$	3,500	‰	odksz graniczne w skrajnym włóknie ścisk w betonie
χ_{lim}	83,4	mm	graniczna wysokość strefy ściskanej
χ_{eff}	17,1	mm	wysokość strefy ściskanej
$A_{s1,req}=b_p*\chi_{eff}*\eta*f_{cd}/f_{yd}$	7,2	cm ²	potrzebne pole przekroju zbrojenia rozciąganego
$A_{s,min}=\max(0,26*b_p*d_{p1}*f_{ctm}/f_{yk}; 0,0013*b_p*d_{p1})$	2,55	cm ²	minimalne pole przekroju zbrojenia rozciąganego
$A_{s,max}=0,04*b_p*h_p$	84,00	cm ²	maksymalne pole przekroju zbrojenia rozciąganego
A_{s1}	13,4	cm ²	przyjęte pole przekroju zbrojenia rozciąganego

A_{s1} > **$A_{s1,req}$** 'warunek nośności spełniony'

3.4.2 Nośność na ścinanie (ULS)

Nośność na ścinanie (ULS) przekroju niezbrojonego na ścinanie (EC2 pkt. 6.2.2)

$k=\min[(1+(200/d_p)^2; 2,0]$	2,00	-	
$\rho_l=\min[A_{sl}/(b_p*d_p); 0,02]$	4,46	‰	
$\sigma_{cp}=\frac{C_{Rd,c}}{\gamma_c}=0,18/\gamma_c$	0,0	MPa	
$C_{Rd,c}=0,18/\gamma_c$	0,13		
$k_1=$	0,15		
$v_{min}=0,035*k^{3/2}*f_{ck}^{1/2}$	0,542	MPa	
$V_{Rd,c1}=[C_{Rd,c}*k*(100*\rho_l*f_{ck})^{1/3}+k_1*\sigma_{cp}]*b_p*d_p$	103	kN	
$V_{Rd,c2}=(v_{min}+k_1*\sigma_{cp})*b_d*d_p$	92	kN	
$V_{Rd,c}=\max(V_{Rd,c1}; V_{Rd,c2})$	103,2	kN	obliczona nośność na ścinanie
$V_{Ed,p}$	78,5	kN	siła ścinająca obliczeniowa
$V_{Ed,p}$ < $V_{Rd,c}$			'przekrój nie wymaga dodatkowego zbrojenia na ścinanie'

3.4.3 Sprawdzenie zarysowania (SLS)

$f_{ct,eff} =$	2,9	MPa	beton - wytrzymałość efektywna na rozciąganie
$k =$	1,0	-	współczynnik uwzgl. wpływ samo zrównoważonych, rozłożonych nieliniowo naprężeń na rozciąganie betonu
$M_{qp} =$	9,0	kNm	moment zginający wywołany kombinacją quasi-stałą
$W_c =$	0,00735	m ³	wskaźnik wytrzymałości przekroju
$M_{cr} = k * f_{ct,eff} * W_c$	21,3	kNm	moment rysujący
$M_{qp} < M_{cr}$			'przekrój niezarysowany'