

„Przebudowa rurociągu przesyłowego DN200 pod torami kolejowymi relacji Miłkowice-Jasień w m. Chojnów (km 9.642)”

Obliczenia statyczno-wytrzymałościowe rury przeciskowej wykonano wg PN-EN 1295-1:2002, załącznik krajowy NA (t.j wg wytycznych ATV A 161)

Dane gruntowe

Rz. terenu	155,84	[m]
Rz. wierzchu rury przeciskowej	ok. 146,58	[m]
Rz. ZWG	145,00	[m]
grubość nawierzchni/podtorza	h_n 0,35	[m]
głębokość (od wierzchu rury do wierzchu nawierzchni)	h 9,26	[m]
głębokość wody gruntowej	h_w -	[m]
miąższość gruntu	h_g 8,91	[m]
rodzaj gruntu	grunt sypki Warstwy I	
ciężar objętościowy gruntu	γ_k 20,5	[kN/m ³]
efektywny kąt tarcia wewn. gruntu	φ' 38,5	
moduł odkształcenia gruntu	E_B 138	[MPa]
współczynnik tarcia	μ 0,33	
współczynnik parcia poziomego nad wierzchołkiem rury	K_1 0,5	
współczynnik parcia poziomego	K_2 0,5	
szerokość bryły gruntu obciążającego rurę	b 0,62	[m]

Dane rury przeciskowej

średnica zewn. rury	d_a 355,6	[mm]
średnica wewn. rury	d_w 339,6	[mm]
grubość ścianki	s 8	[mm]
średni promień przekroju poprzecznego rury	r_m 173,8	[mm]
długość rury przeciskowej	L 47,5	[m]
ciężar objętościowy materiału rury	γ_R 78,5	[kN/m ³]
moduł sprężystości	E_R 210000	[MPa]
współczynnik Poissona	ν 0,3	
gatunek stali	S235	
granica plastyczności	R_e 235	[MPa]
wytrzymałość na rozciąganie przy zginaniu	R_1 235	[MPa]
wytrzymałość na ściskanie w kierunku podłużnym	R_2 235	[MPa]
pole całkowitej pow. przekroju rury	A' 87,36	[cm ²]
pole wycinka dł. 1mb	A 80	[cm ² /mb]
wskaźnik wytrzymałości wycinka dł. 1mb	W 10,67	[cm ³ /mb]

Ciężar własny nawierzchni (na 1mb rury i szer. podkładów 2,5m)

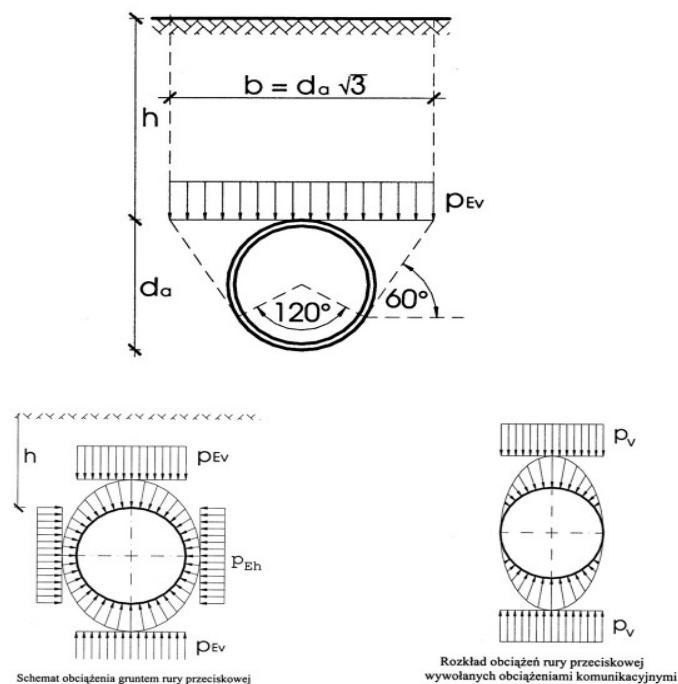
szyny 60E (62kg/mb)	0,5	[kN/m ²]
podkłady (300kg/szt-2,5m)	3	[kN/m ²]
podsyпка tłuczniowa gr. 35cm	6,33	[kN/m ²]
inne	-	[kN/m ²]
R-M g	9,83	[kN/m ²]

Obciążenie zmienne taborem kolejowym

tabor kolejowy – model obciążenia 71 wg PN-EN 1991:2 (4x250kN/oś)

	Q 1000	[kN]
długość obc. (między 4 osiami)	L_Q 4,8	[m]
szer. obc. (np. podkładów)	b 2,5	[m]
szer. obc. Na głębokości wierzchu rury „h”	B_Q 21,02	[m]
obciążenie zmienne na 1m ²	P'_V 9,91	[kN/m ²]
obciążenie zmienne ze współczynnik dynam.	P_V 11,89	[kN/m ²]
współczynnik sztywności rura-grunt	V_{RB} 0,0207773	
współczynnik parcia od reakcji otaczającego rurę gruntu	K^* 0,9599286	

Schemat obciążeń rury przeciskanej – założenia wg teorii Terzagiego



Obciążenie gruntem rury przewodowej

współczynnik odciążający

X 0,1906875

pionowe parcie gruntu (od obciążeń stałych)

p_{Ev} 40,35 [kN/m²]

boczne parcie gruntu (od obciążeń stałych)

p_{Eh} 20,18 [kN/m²]

obc. Pionowe komunikacyjne

p_v 11,89 [kN/m²]

odpór boczny (od obciążeń stałych)

q_{hE} 19,36 [kN/m²]

odpór boczny (od obciążeń komunikacyjnych)

q_{hv} 11,41 [kN/m²]

Siły wewn. wywołane zjawiskiem zakleszczenia rury

wierzchołek rury

M_A 1 [kNm]

bok rury

M_B -1 [kNm]

kineta rury

M_C 1 [kNm]

wierzchołek rury

N_A 17,38 [kN]

bok rury

N_B -34,76 [kN]

kineta rury

N_C 17,38 [kN]

Siły wewn. od ciężaru własnego rury

wierzchołek rury

M_A 0,01 [kNm]

bok rury

M_B 0,01 [kNm]

kineta rury

M_C 0,01 [kNm]

wierzchołek rury

N_A 0,02 [kN]

bok rury

N_B 0,17 [kN]

kineta rury

N_C -0,19 [kN]

Siły wewn. parcia od obciążenia gruntem

wierzchołek rury

M_A 0,14 [kNm]

bok rury

M_B -0,14 [kNm]

kineta rury

M_C 0,14 [kNm]

wierzchołek rury

N_A -4,56 [kN]

bok rury

N_B -7,01 [kN]

kineta rury

N_C -4,56 [kN]

Siły wewn. parcia od obciążenia komunikacyjnego

wierzchołek rury	M_A	0,09	[kNm]
bok rury	M_B	-0,09	[kNm]
kineta rury	M_C	0,09	[kNm]
wierzchołek rury	N_A	-0,52	[kN]
bok rury	N_B	-2,07	[kN]
kineta rury	N_C	-0,52	[kN]

Siły wewn. odporu od obciążenia gruntem

wierzchołek rury	M_A	-0,11	[kNm]
bok rury	M_B	0,12	[kNm]
kineta rury	M_C	-0,11	[kNm]
wierzchołek rury	N_A	-0,34	[kN]
bok rury	N_B	0	[kN]
kineta rury	N_C	-0,34	[kN]

Siły wewn. odporu od obciążenia komunikacyjnym

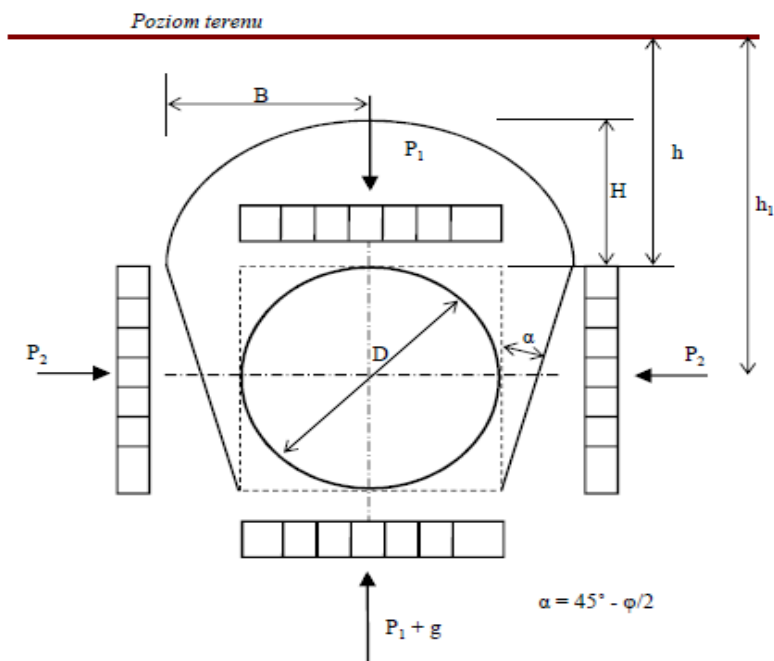
wierzchołek rury	M_A	-0,06	[kNm]
bok rury	M_B	0,07	[kNm]
kineta rury	M_C	-0,06	[kNm]
wierzchołek rury	N_A	-0,2	[kN]
bok rury	N_B	0	[kN]
kineta rury	N_C	-0,2	[kN]

Suma sił wewnętrznych

wierzchołek rury	M_A	1,07	[kNm]
bok rury	M_B	-1,03	[kNm]
kineta rury	M_C	1,07	[kNm]
wierzchołek rury	N_A	11,78	[kN]
bok rury	N_B	-43,67	[kN]
kineta rury	N_C	11,57	[kN]

Napężenia w rurze od obciążeń zewnętrznych

wierzchołek rury	σ_A	101,75	[MPa]
bok rury	σ_B	-101,99	[MPa]
kineta rury	σ_C	101,73	[MPa]
współczynnik bezpieczeństwa	γ_M	2,3	$\gamma_{Mmin}=1,50$



Wyboczenie rury

obciążenie krytyczne

całk. Obciążenie pionowe

współczynnik bezpieczeństwa

szerokość przesklepienia

współczynnik doświadczalny

współczynnik doświadczalny

wysokość przesklepienia gruntowego

P_k	5626,5	[kN/m ²]
q_v	60,53	[kN/m ²]
γ_M	92,95	$\gamma_{Mmin}=1,50$
h/d_a	26,04	występuje efekt przesklepienia
B	0,52	[m]
f_p	0,6	
q	80	[kN/m]
H	0,43	[m]

Siła przeciskowa

pionowy nacisk gruntu

boczne parcie gruntu

opór czołowy

siła przeciskowa

P_1	2,19	[kN]
P_2	1,75	[kN]
G	89,37	[kN]
T	223,64	[kN]

Naprężenia w rurze od obciążeń zewnętrznych i przeciskowych

naprężenia od obciążeń zewnętrznych

naprężenia od siły przeciskowej

całkowite naprężenia zredukowane w rurze

współczynnik bezpieczeństwa

σ_{MN}	101,99	[MPa]
σ_T	25,6	[MPa]
σ_{red}	105,15	[MPa]
γ_M	2,23	$\gamma_{Mmin}=1,33$

Naprężenia w złączu od obciążeń zewnętrznych i przeciskowych

naprężenia od obciążeń zewnętrznych

naprężenia mimośrodowe w złączu od siły przeciskowej

całkowite naprężenia zastępcze w ścianie złącza

współczynnik bezpieczeństwa

σ_{RBZ}	101,99	[MPa]
σ_{LD}	51,2	[MPa]
σ_{VGE}	88,33	[MPa]
γ_M	2,66	$\gamma_{Mmin}=1,33$

Wnioski: Rura przeciskowa 355.6/8.0 ze stali S235 spełnia warunki nośności

Autor obliczeń:

mgr inż. Krzysztof Rutkowski

uprawnienia do projektowania w spec.
Konstrukcyjno-Budowlanej nr 18/91/Zg