

OBLICZENIE STATYKI DLA METODY WYKOPU OTWARTEGO DLA RUR KAMIONKOWYCH STEINZEUG-KERAMO

Średnica nominalna (DN)

200

Wyniki obliczeń:

Wynik

Wymóg

Rezultat

Potwierdzenie największego naprężenia poprzecznie do osi rury

Wysokość

Podbudowa

1.60

KSA90

8.69

≥ 2.20

spełniony

1.60

KSA90

8.69

≥ 2.20

spełniony

Potwierdzenie wytrzymałości zmęczeniowej przy obciążeniu zmiennym

Naprężenie dynamiczne/naprężenie rury przy wysokości przykrycia

Wysokość

Podbudowa

1.60

KSA90

0.68

≥ 6.40

spełniony

1.60

KSA90

0.68

≥ 6.40

spełniony

Właściwości kamionki

Ciężar właściwy

γ

22

kN/m³

Wytrzymałość na rozciąganie przy zginaniu

σ_{RBZ}

18.00

N/mm²

Dopuszczalna podwójna amplituda naprężenia przy obciążeniach cyklicznych

$2 \times \sigma_A$

12,8

N/mm²

Moduł sprężystości

E_R

50000

N/mm²

Dane wyjściowe

Średnica nominalna (DN)

200

Klasa nośności (TKL)

160

Wytrzymałość na zgniatanie FN

32.00

kN/m

Średnica wewnętrzna

d_i

200.00

mm

Średnica zewnętrzna

d_a

242.00

mm

Promień powierzchni środkowej ścianki rury

r_m

110.50

mm

Współczynnik korekcyjny ze względu na krzywiznę - wewnętrzny

α_{ki}

1.06

[-]

Współczynnik korekcyjny ze względu na krzywiznę - zewnętrzny

α_{ka}

0.94

[-]

OBLICZENIE STATYKI DLA METODY WYKOPU OTWARTEGO DLA RUR KAMIONKOWYCH STEINZEUG-KERAMO

Wprowadzane wartości

Rodzaj wykopu	Pojedyncze rów		
Kąt nasypu	β	90.00	°
Rodzaj zabezpieczenia ścian wykopu	Szalunek z płytami szalunkowymi		
	demontaż stopniowy, uszczelnienie warstwowe przeciwko gruntowi rodzimemu		
Strefa ochrony wód podziemnych		Nie	
Ciężar objętościowy gruntu	γ_B	20.00	kN/m ³
Obciążenie komunikacyjne		ruch drogowy	
	LKW 12		
Obciążenie powierzchniowe		0.00	kN/m ²
Skoncentrowane obciążenie powierzchniowe		0.00	kN/m ²
Wysokość przykrycia (od sklepienia rury do terenu) min.	h	1.60	m
Wysokość przykrycia (od sklepienia rury do terenu) maks.	h	1.60	m
Wysokość wody gruntowej powyżej dna rury			
Min.	h_W	0.00	m
Maks.	h_W	0.00	m
Szerokość wykopu		0.97	m
względna wyniosłość przekroju	a	1.00	
Grunt i warunki montażu			
Grunt rodzimy		G3	
Stopień zagęszczenia wg Proctora	D_{Pr}	90.00	%
Moduł odkształcenia gruntu rodzimego obok wykopu	E_3	2.00	N/mm ²
Strefa rurociągu		G1	
Stopień zagęszczenia wg Proctora	D_{Pr}	90.00	%
Moduł odkształcenia gruntu w obszarze po obu stronach przewodu	E_2	6.00	N/mm ²
Zasyпка		G3	
Stopień zagęszczenia wg Proctora	D_{Pr}	90.00	%
Moduł odkształcenia gruntu powyżej sklepienia rury	E_1	2.00	N/mm ²
Grunt poniżej przewodu		($E_4 = 10 \cdot E_1$)	
Moduł odkształcenia gruntu poniżej przewodu ($10 \cdot E_1$)	E_4	20.00	N/mm ²
Warunki montażu		A2 / B2	
Efekt silosu		Nie	
Podbudowa podłoża (EN 1610)		typ 1	

OBLICZENIE STATYKI DLA METODY WYKOPU OTWARTEGO DLA RUR KAMIONKOWYCH STEINZEUG-KERAMO

Wyniki obliczeń

Wysokość przykrycia min.	h	1.60	m
Obciążenie gruntu i równomiernie rozłożone obciążenie na powierzchni terenu			
Obciążenie ziemią i obciążenie powierzchniowe	p_e	32.00	kN/m ²
Kąt tarcia między gruntem a obudową wykopu	δ	8.33	°
Współczynnik zmniejszający obciążenia wg teorii silosowej	K	1.00	[-]
Współczynnik parcia gruntu	K_2	0.50	[-]
Współczynnik zmniejszający	α_B	1.00	[-]
Moduł odkształcenia gruntu w obszarze po obu stronach przewodu Wartość	E_2	6.00	N/mm ²
Efektywna względna wyniosłość przekroju	a'	0.33	[-]
Maks. współczynnik koncentracji	$\max \lambda$	1.17	[-]
Współczynnik dla odkształceń	K'	-0.86	[-]
Współczynnik dla parcia bocznego od reakcji posadowienia	K^*	0.01	[-]
Sztywność układu rura-grunt	V_{RB}	8.19	[-]
Sztywność posadowienia pionowa	S_{Bv}	3.49	[-]
Sztywność posadowienia pozioma	S_{Bh}	3.49	N/mm ²
Współczynnik korekcyjny dla poziomej sztywności gruntu w strefie posadowienia	ζ	0.97	[-]
Wartość pomocnicza	Δf	1.64	[-]
Współczynnik koncentracji obciążeń ponad rurą	λ_R	1.17	N/mm ²
Współczynnik koncentracji obciążeń w wykopie	λ_{RG}	1.17	[-]
Współczynnik koncentracji obciążeń w strefie nad gruntem obok rury	λ_B	0.94	[-]
Obciążenie komunikacyjne	ruch drogowy LKW 12		[-]
Naprężenie w gruncie wywołane obciążeniem komunikacyjnym	p_v	12.35	kN/m ²
Pionowe naprężenie w gruncie przy rurze	q_v	49.90	kN/m ²
Poziome naprężenie w gruncie przy rurze	q_h	16.29	kN/m ²

OBLICZENIE STATYKI DLA METODY WYKOPU OTWARTEGO DLA RUR KAMIONKOWYCH STEINZEUG-KERAMO

Siły przekrojowe

Parametr		Sklepienie	Wezglowie	Podstawa	
Momenty zginające					
od pionowego obciążenia	Mqv	0.167	-0.170	0.191	kNm/m
od parcia poziomego q _v					
od parcia poziomego q _h	Mqh	-0.050	0.050	-0.050	kNm/m
od ciężaru własnego	Mg	0.002	-0.003	0.004	kNm/m
od napełnienia wodą	Mw	0.003	-0.003	0.004	kNm/m
Suma momentów		0.122	-0.126	0.150	kNm/m
Siły osiowe					
od pionowego obciążenia	Nqv	0.292	-5.514	-0.292	kN/m
od parcia poziomego q _v					
od parcia poziomego q _h	Nqh	-1.800	0.000	-1.800	kN/m
od ciężaru własnego	Ng	0.017	-0.080	-0.017	kN/m
od napełnienia wodą	Nw	0.081	0.026	0.163	kN/m
Suma sił osiowych		-1.409	-5.568	-1.946	kN/m

Powierzchnia ściany rury	A _R	0.02	m ²
Wskaźnik wytrzymałości przy zginaniu ściany rury	W _R	0.000074	m ³

Potwierdzenie naprężeń dla podanego rodzaju podbudowy

		Sklepienie	Wezglowie	Podstawa	
Naprężenie wewnętrzne	δ _i	1.70	-2.09	2.07	N/mm ²
Naprężenie zewnętrzne	δ _a	-1.63	1.34	-2.00	N/mm ²
Współczynnik bezpieczeństwa wewnętrzne	γ	10.56	-8.60	8.69	
Współczynnik bezpieczeństwa zewnętrzne	γ	-11.06	13.39	-9.01	

Analiza zmęczeniowa przy obciążeniu nie przeważnie spoczynkowym

Analizę zmęczeniową należy wykonać dla rur pod torowiskiem kolejowym oraz pod terenami lotnisk, przy przykryciu gruntu < 1,5 m pod ulicami.

Dynamiczne naprężenie w gruncie wywołane obciążeniem pojazdami	Dyn p _v	12.35	kN/m ²
--	--------------------	-------	-------------------

Potwierdzenie naprężeń dynamicznych dla podanego rodzaju podbudowy

		Sklepienie	Wezglowie	Podstawa	
Naprężenie wewnętrzne	δ _i	0.60	-0.67	0.68	N/mm ²
Naprężenie zewnętrzne	δ _a	-0.52	0.47	-0.61	N/mm ²

Tabelaryczne zestawienie naprężeń dla podanego rodzaju podbudowy

Przykrycie	Podbudowa/	Obciążenie komunikacyjne	Obciążenie gruntem	Rzeczywisty δ	Współczynnik bezpieczeństwa	dyn δ	Współczynnik bezpieczeństwa dyn δ
m od – do	Kąt	kN/m ²	kN/m ²	N/mm ²	Rzeczywisty γ	N/mm ²	Rzeczywisty γ
1.60	KSA90	12.35	32.00	2.07	8.69	0.68	18.78

Wymagane bezpieczeństwo jest zachowane: erf γ= 2,2

Wymagane bezpieczeństwo obciążenia dynamicznego jest zachowane: γ= 2.00

Obliczone za pomocą STEINZEUG Infopool-Rechner Wersja 4.0

Steinzeug-Keramo GmbH · D-50226 Frechen · www.steinzeug-keramo.com

OBLICZENIE STATYKI DLA METODY WYKOPU OTWARTEGO DLA RUR KAMIONKOWYCH STEINZEUG-KERAMO

Wyniki obliczeń

Wysokość przykrycia maks.	h	1.60	m
Obciążenie gruntu i równomiernie rozłożone obciążenie na powierzchni terenu			
Obciążenie ziemią i obciążenie powierzchniowe	p_e	32.00	kN/m ²
Kąt tarcia między gruntem a obudową wykopu	δ	8.33	°
Współczynnik zmniejszający obciążenia wg teorii silosowej	K	1.00	[-]
Współczynnik parcia gruntu	K_2	0.50	[-]
Współczynnik zmniejszający	α_B	1.00	[-]
Wartość tabelaryczna dla obliczeń	E_2	6.00	N/mm ²
Efektywna względna wyniosłość przekroju	a'	0.33	[-]
Maks. współczynnik koncentracji	$\max \lambda$	1.17	[-]
Współczynnik dla odkształceń	K'	-0.86	[-]
Współczynnik dla parcia bocznego od reakcji posadowienia	K^*	0.01	[-]
Sztywność układu rura-grunt	V_{RB}	8.19	[-]
Sztywność posadowienia pionowa	SB_v	3.49	[-]
Sztywność posadowienia pozioma	S_{Bh}	3.49	N/mm ²
Współczynnik korekcyjny dla poziomej sztywności gruntu w strefie posadowienia	ζ	0.97	[-]
Wartość pomocnicza	Δf	1.64	[-]
Współczynnik koncentracji obciążeń ponad rurą	λ_R	1.17	N/mm ²
Współczynnik koncentracji obciążeń w wykopie	λ_{RG}	1.17	[-]
Współczynnik koncentracji obciążeń w strefie nad gruntem obok rury	Λ_B	0.94	[-]
Obciążenie komunikacyjne	ruch drogowy LKW 12		[-]
Naprężenie w gruncie wywołane obciążeniem komunikacyjnym	p_v	12.35	kN/m ²
Pionowe naprężenie w gruncie przy rurze	q_v	49.90	kN/m ²
Poziome naprężenie w gruncie przy rurze	q_h	16.29	kN/m ²

OBLICZENIE STATYKI DLA METODY WYKOPU OTWARTEGO DLA RUR KAMIONKOWYCH STEINZEUG-KERAMO

Siły przekrojowe

Parametr		Sklepienie	Wezglowie	Podstawa	
Momenty zginające					
od pionowego obciążenia	Mqv	0.167	-0.170	0.191	kNm/m
od parcia poziomego q _h	Mqh	-0.050	0.050	-0.050	kNm/m
od ciężaru własnego	Mg	0.002	-0.003	0.004	kNm/m
od napełnienia wodą	Mw	0.003	-0.003	0.004	kNm/m
Suma momentów		0.122	-0.126	0.150	kNm/m
Siły osiowe					
od pionowego obciążenia	Nqv	0.292	-5.514	-0.292	kN/m
od parcia poziomego q _h	Nqh	-1.800	0.000	-1.800	kN/m
od ciężaru własnego	Ng	0.017	-0.080	-0.017	kN/m
od napełnienia wodą	Nw	0.081	0.026	0.163	kN/m
Suma sił osiowych		-1.409	-5.568	-1.946	kN/m
Powierzchnia ściany rury			A _R	0.02	m ²
Wskaźnik wytrzymałości przy zginaniu ściany rury			W _R	0.000074	m ³

Potwierdzenie naprężeń dla podanego rodzaju podbudowy

		Sklepienie	Wezglowie	Podstawa	
Naprężenie wewnętrzne	δ _i	1.70	-2.09	2.07	N/mm ²
Naprężenie zewnętrzne	δ _a	-1.63	1.34	-2.00	N/mm ²
Współczynnik bezpieczeństwa wewnętrzne	γ	10.56	-8.60	8.69	
Współczynnik bezpieczeństwa zewnętrzne	γ	-11.06	13.39	-9.01	

Analiza zmęczeniowa przy obciążeniu nie przeważnie spoczynkowym

Analizę zmęczeniową należy wykonać dla rur pod torowiskiem kolejowym oraz pod terenami lotnisk, przy przykryciu gruntu < 1,5 m pod ulicami.

Dynamiczne naprężenie w gruncie wywołane obciążeniem pojazdami	Dyn p _v	12.35	kN/m ²
--	--------------------	-------	-------------------

Potwierdzenie naprężeń dynamicznych dla podanego rodzaju podbudowy

		Sklepienie	Wezglowie	Podstawa	
Naprężenie wewnętrzne	δ _i	0.60	-0.67	0.68	N/mm ²
Naprężenie zewnętrzne	δ _a	-0.52	0.47	-0.61	N/mm ²

Tabelaryczne zestawienie naprężeń dla podanego rodzaju podbudowy

Przykrycie	Podbudowa/	Obciążenie komunikacyjne	Obciążenie gruntem	Rzeczywisty δ	Współczynnik bezpieczeństwa	dyn δ	Współczynnik bezpieczeństwa dyn δ
m od – do	Kąt	kN/m ²	kN/m ²	N/mm ²	Rzeczywisty γ	N/mm ²	Rzeczywisty γ
1.60	KSA90	12.35	32.00	2.07	8.69	0.68	18.78

Wymagane bezpieczeństwo jest zachowane: erf γ= 2,2

Wymagane bezpieczeństwo obciążenia dynamicznego jest zachowane: γ= 2.00

OBLICZENIE STATYKI DLA METODY WYKOPU OTWARTEGO DLA RUR KAMIONKOWYCH STEINZEUG-KERAMO

Tabelaryczne zestawienie naprężeń dla podanego rodzaju podbudowy

Przykrycie	Podbudowa/	Obciążenie spowodowane ruchem drogowym	Obciążenie gruntu	vorh δ	Bezpieczeństwo	dyn δ	Bezpieczeństwo dyn σ
m od - do	kąt -	kN/m ²	kN/m ²	N/mm ²	vorh γ	N/mm ²	vorh γ
1.60	KSA90	12.35	37.55	2.07	8.69	0.68	18.78
1.60	KSA90	12.35	37.55	2.07	8.69	0.68	18.78

Wymagane bezpieczeństwo jest zachowane: erf $\gamma = 2,2$

Wymagane bezpieczeństwo obciążenia dynamicznego jest zachowane: $\gamma = 2.00$

Obowiązują:

Rzeczywisty δ	Maks. naprężenie w rurze
dyn δ	Maks. dynamiczne naprężenie w rurze
KSA	Podbudowa żwirowo-piaskowa
BA:	Podbudowa betonowa

Ten dokument został utworzony cyfrowo i jest ważny bez podpisu.
Autor nie odpowiada za prawidłowość wprowadzonych danych!

Statyka składa się z 8 arkuszy obliczeń i 2 załączników

OBLICZENIE STATYKI DLA METODY WYKOPU OTWARTEGO DLA RUR KAMIONKOWYCH STEINZEUG-KERAMO

Średnica nominalna (DN)

150

Wyniki obliczeń:

Wynik

Wymóg

Rezultat

Potwierdzenie największego naprężenia poprzecznie do osi rury

Wysokość

Podbudowa

1.20

KSA90

10.05

≥ 2.20

spełniony

1.20

KSA90

10.05

≥ 2.20

spełniony

Potwierdzenie wytrzymałości zmęczeniowej przy obciążeniu zmiennym

Naprężenie dynamiczne/naprężenie rury przy wysokości przykrycia

Wysokość

Podbudowa

1.20

KSA90

0.92

≥ 6.40

spełniony

1.20

KSA90

0.92

≥ 6.40

spełniony

Właściwości kamionki

Ciężar właściwy

γ

22

kN/m³

Wytrzymałość na rozciąganie przy zginaniu

σ_{RBZ}

18.00

N/mm²

Dopuszczalna podwójna amplituda naprężenia przy obciążeniach cyklicznych

$2 \times \sigma_A$

12,8

N/mm²

Moduł sprężystości

E_R

50000

N/mm²

Dane wyjściowe

Średnica nominalna (DN)

150

Klasa nośności (TKL)

34

Wytrzymałość na zgniatanie FN

34.00

kN/m

Średnica wewnętrzna

d_i

151.00

mm

Średnica zewnętrzna

d_a

186.00

mm

Promień powierzchni środkowej ścianki rury

r_m

84.25

mm

Współczynnik korekcyjny ze względu na krzywiznę - wewnętrzny

α_{ki}

1.07

[-]

Współczynnik korekcyjny ze względu na krzywiznę - zewnętrzny

α_{ka}

0.93

[-]

OBLICZENIE STATYKI DLA METODY WYKOPU OTWARTEGO DLA RUR KAMIONKOWYCH STEINZEUG-KERAMO

Wprowadzane wartości

Rodzaj wykopu	Pojedyncze rów		
Kąt nasypu	β	90.00	°
Rodzaj zabezpieczenia ścian wykopu	Szalunek z płytami szalunkowymi		
	demontaż stopniowy, uszczelnienie warstwowe przeciwko gruntowi rodzimemu		
Strefa ochrony wód podziemnych		Nie	
Ciężar objętościowy gruntu	γ_B	20.00	kN/m ³
Obciążenie komunikacyjne		ruch drogowy	
	LKW 12		
Obciążenie powierzchniowe		0.00	kN/m ²
Skoncentrowane obciążenie powierzchniowe		0.00	kN/m ²
Wysokość przykrycia (od sklepienia rury do terenu) min.	h	1.20	m
Wysokość przykrycia (od sklepienia rury do terenu) maks.	h	1.20	m
Wysokość wody gruntowej powyżej dna rury			
Min.	h_W	0.00	m
Maks.	h_W	0.00	m
Szerokość wykopu		0.97	m
względna wyniosłość przekroju	a	1.00	
Grunt i warunki montażu			
Grunt rodzimy		G3	
Stopień zagęszczenia wg Proctora	D_{Pr}	90.00	%
Moduł odkształcenia gruntu rodzimego obok wykopu	E_3	2.00	N/mm ²
Strefa rurociągu		G1	
Stopień zagęszczenia wg Proctora	D_{Pr}	90.00	%
Moduł odkształcenia gruntu w obszarze po obu stronach przewodu	E_2	6.00	N/mm ²
Zasyпка		G3	
Stopień zagęszczenia wg Proctora	D_{Pr}	90.00	%
Moduł odkształcenia gruntu powyżej sklepienia rury	E_1	2.00	N/mm ²
Grunt poniżej przewodu		($E_4 = 10 \cdot E_1$)	
Moduł odkształcenia gruntu poniżej przewodu ($10 \cdot E_1$)	E_4	20.00	N/mm ²
Warunki montażu		A2 / B2	
Efekt silosu		Nie	
Podbudowa podłoża (EN 1610)		typ 1	

OBLICZENIE STATYKI DLA METODY WYKOPU OTWARTEGO DLA RUR KAMIONKOWYCH STEINZEUG-KERAMO

Wyniki obliczeń

Wysokość przykrycia min.	h	1.20	m
Obciążenie gruntu i równomiernie rozłożone obciążenie na powierzchni terenu			
Obciążenie ziemią i obciążenie powierzchniowe	p_e	24.00	kN/m ²
Kąt tarcia między gruntem a obudową wykopu	δ	8.33	°
Współczynnik zmniejszający obciążenia wg teorii silosowej	K	1.00	[-]
Współczynnik parcia gruntu	K_2	0.50	[-]
Współczynnik zmniejszający	α_B	1.00	[-]
Moduł odkształcenia gruntu w obszarze po obu stronach przewodu Wartość	E_2	6.00	N/mm ²
Efektywna względna wyniosłość przekroju	a'	0.33	[-]
Maks. współczynnik koncentracji	$\max \lambda$	1.17	[-]
Współczynnik dla odkształceń	K'	-0.86	[-]
Współczynnik dla parcia bocznego od reakcji posadowienia	K^*	0.01	[-]
Sztywność układu rura-grunt	V_{RB}	10.37	[-]
Sztywność posadowienia pionowa	S_{Bv}	3.60	[-]
Sztywność posadowienia pozioma	S_{Bh}	3.60	N/mm ²
Współczynnik korekcyjny dla poziomej sztywności gruntu w strefie posadowienia	ζ	1.00	[-]
Wartość pomocnicza	Δf	1.67	[-]
Współczynnik koncentracji obciążeń ponad rurą	λ_R	1.17	N/mm ²
Współczynnik koncentracji obciążeń w wykopie	λ_{RG}	1.17	[-]
Współczynnik koncentracji obciążeń w strefie nad gruntem obok rury	λ_B	0.94	[-]
Obciążenie komunikacyjne	ruch drogowy LKW 12		[-]
Naprężenie w gruncie wywołane obciążeniem komunikacyjnym	p_v	19.75	kN/m ²
Pionowe naprężenie w gruncie przy rurze	q_v	47.88	kN/m ²
Poziome naprężenie w gruncie przy rurze	q_h	12.24	kN/m ²

OBLICZENIE STATYKI DLA METODY WYKOPU OTWARTEGO DLA RUR KAMIONKOWYCH STEINZEUG-KERAMO

Siły przekrojowe

Parametr		Sklepienie	Wezglowie	Podstawa	
Momenty zginające					
od pionowego obciążenia	Mqv	0.093	-0.095	0.107	kNm/m
od parcia poziomego q _h	Mqh	-0.022	0.022	-0.022	kNm/m
od ciężaru własnego	Mg	0.001	-0.001	0.002	kNm/m
od napełnienia wodą	Mw	0.001	-0.001	0.002	kNm/m
Suma momentów		0.074	-0.076	0.089	kNm/m
Siły osiowe					
od pionowego obciążenia	Nqv	0.214	-4.034	-0.214	kN/m
od parcia poziomego q _h	Nqh	-1.031	0.000	-1.031	kN/m
od ciężaru własnego	Ng	0.011	-0.051	-0.011	kN/m
od napełnienia wodą	Nw	0.047	0.015	0.095	kN/m
Suma sił osiowych		-0.759	-4.070	-1.161	kN/m

Powierzchnia ściany rury	A _R	0.02	m ²
Wskaźnik wytrzymałości przy zginaniu ściany rury	W _R	0.000051	m ³

Potwierdzenie naprężeń dla podanego rodzaju podbudowy

		Sklepienie	Wezglowie	Podstawa	
Naprężenie wewnętrzne	δ _i	1.50	-1.82	1.79	N/mm ²
Naprężenie zewnętrzne	δ _a	-1.39	1.15	-1.68	N/mm ²
Współczynnik bezpieczeństwa wewnętrzne	γ	11.98	-9.88	10.05	
Współczynnik bezpieczeństwa zewnętrzne	γ	-12.96	15.64	-10.69	

Analiza zmęczeniowa przy obciążeniu nie przeważnie spoczynkowym

Analizę zmęczeniową należy wykonać dla rur pod torowiskiem kolejowym oraz pod terenami lotnisk, przy przykryciu gruntu < 1,5 m pod ulicami.

Dynamiczne naprężenie w gruncie wywołane obciążeniem pojazdami	Dyn p _v	19.75	kN/m ²
--	--------------------	-------	-------------------

Potwierdzenie naprężeń dynamicznych dla podanego rodzaju podbudowy

		Sklepienie	Wezglowie	Podstawa	
Naprężenie wewnętrzne	δ _i	0.81	-0.91	0.92	N/mm ²
Naprężenie zewnętrzne	δ _a	-0.70	0.62	-0.81	N/mm ²

Tabelaryczne zestawienie naprężeń dla podanego rodzaju podbudowy

Przykrycie	Podbudowa/	Obciążenie komunikacyjne	Obciążenie gruntem	Rzeczywisty δ	Współczynnik bezpieczeństwa	dyn δ	Współczynnik bezpieczeństwa dyn δ
m od – do	Kąt	kN/m ²	kN/m ²	N/mm ²	Rzeczywisty γ	N/mm ²	Rzeczywisty γ
1.20	KSA90	19.75	24.00	1.79	10.05	0.92	13.95

Wymagane bezpieczeństwo jest zachowane: erf γ= 2,2

Wymagane bezpieczeństwo obciążenia dynamicznego jest zachowane: γ= 2.00

Obliczone za pomocą STEINZEUG Infopool-Rechner Wersja 4.0

Steinzeug-Keramo GmbH · D-50226 Frechen · www.steinzeug-keramo.com

OBLICZENIE STATYKI DLA METODY WYKOPU OTWARTEGO DLA RUR KAMIONKOWYCH STEINZEUG-KERAMO

Wyniki obliczeń

Wysokość przykrycia maks.	h	1.20	m
Obciążenie gruntu i równomiernie rozłożone obciążenie na powierzchni terenu			
Obciążenie ziemią i obciążenie powierzchniowe	p_e	24.00	kN/m ²
Kąt tarcia między gruntem a obudową wykopu	δ	8.33	°
Współczynnik zmniejszający obciążenia wg teorii silosowej	K	1.00	[-]
Współczynnik parcia gruntu	K_2	0.50	[-]
Współczynnik zmniejszający	α_B	1.00	[-]
Wartość tabelaryczna dla obliczeń	E_2	6.00	N/mm ²
Efektywna względna wyniosłość przekroju	a'	0.33	[-]
Maks. współczynnik koncentracji	$\max \lambda$	1.17	[-]
Współczynnik dla odkształceń	K'	-0.86	[-]
Współczynnik dla parcia bocznego od reakcji posadowienia	K^*	0.01	[-]
Sztywność układu rura-grunt	V_{RB}	10.37	[-]
Sztywność posadowienia pionowa	SB_v	3.60	[-]
Sztywność posadowienia pozioma	S_{Bh}	3.60	N/mm ²
Współczynnik korekcyjny dla poziomej sztywności gruntu w strefie posadowienia	ζ	1.00	[-]
Wartość pomocnicza	Δf	1.67	[-]
Współczynnik koncentracji obciążeń ponad rurą	λ_R	1.17	N/mm ²
Współczynnik koncentracji obciążeń w wykopie	λ_{RG}	1.17	[-]
Współczynnik koncentracji obciążeń w strefie nad gruntem obok rury	Λ_B	0.94	[-]
Obciążenie komunikacyjne	ruch drogowy LKW 12		[-]
Naprężenie w gruncie wywołane obciążeniem komunikacyjnym	p_v	19.75	kN/m ²
Pionowe naprężenie w gruncie przy rurze	q_v	47.88	kN/m ²
Poziome naprężenie w gruncie przy rurze	q_h	12.24	kN/m ²

OBLICZENIE STATYKI DLA METODY WYKOPU OTWARTEGO DLA RUR KAMIONKOWYCH STEINZEUG-KERAMO

Siły przekrojowe

Parametr		Sklepienie	Wezglowie	Podstawa	
Momenty zginające					
od pionowego obciążenia	M _{qv}	0.093	-0.095	0.107	kNm/m
od parcia poziomego q _v					
od parcia poziomego q _h	M _{qh}	-0.022	0.022	-0.022	kNm/m
od ciężaru własnego	M _g	0.001	-0.001	0.002	kNm/m
od napełnienia wodą	M _w	0.001	-0.001	0.002	kNm/m
Suma momentów		0.074	-0.076	0.089	kNm/m
Siły osiowe					
od pionowego obciążenia	N _{qv}	0.214	-4.034	-0.214	kN/m
od parcia poziomego q _v					
od parcia poziomego q _h	N _{qh}	-1.031	0.000	-1.031	kN/m
od ciężaru własnego	N _g	0.011	-0.051	-0.011	kN/m
od napełnienia wodą	N _w	0.047	0.015	0.095	kN/m
Suma sił osiowych		-0.759	-4.070	-1.161	kN/m
Powierzchnia ściany rury			A _R	0.02	m ²
Wskaźnik wytrzymałości przy zginaniu ściany rury			W _R	0.000051	m ³

Potwierdzenie naprężeń dla podanego rodzaju podbudowy

		Sklepienie	Wezglowie	Podstawa	
Naprężenie wewnętrzne	δ _i	1.50	-1.82	1.79	N/mm ²
Naprężenie zewnętrzne	δ _a	-1.39	1.15	-1.68	N/mm ²
Współczynnik bezpieczeństwa wewnętrzne	γ	11.98	-9.88	10.05	
Współczynnik bezpieczeństwa zewnętrzne	γ	-12.96	15.64	-10.69	

Analiza zmęczeniowa przy obciążeniu nie przeważnie spoczynkowym

Analizę zmęczeniową należy wykonać dla rur pod torowiskiem kolejowym oraz pod terenami lotnisk, przy przykryciu gruntu < 1,5 m pod ulicami.

Dynamiczne naprężenie w gruncie wywołane obciążeniem pojazdami	Dyn p _v	19.75	kN/m ²
--	--------------------	-------	-------------------

Potwierdzenie naprężeń dynamicznych dla podanego rodzaju podbudowy

		Sklepienie	Wezglowie	Podstawa	
Naprężenie wewnętrzne	δ _i	0.81	-0.91	0.92	N/mm ²
Naprężenie zewnętrzne	δ _a	-0.70	0.62	-0.81	N/mm ²

Tabelaryczne zestawienie naprężeń dla podanego rodzaju podbudowy

Przykrycie	Podbudowa/	Obciążenie komunikacyjne	Obciążenie gruntem	Rzeczywisty δ	Współczynnik bezpieczeństwa	dyn δ	Współczynnik bezpieczeństwa dyn δ
m od – do	Kąt	kN/m ²	kN/m ²	N/mm ²	Rzeczywisty γ	N/mm ²	Rzeczywisty γ
1.20	KSA90	19.75	24.00	1.79	10.05	0.92	13.95

Wymagane bezpieczeństwo jest zachowane: erf γ= 2,2

Wymagane bezpieczeństwo obciążenia dynamicznego jest zachowane: γ= 2.00

OBLICZENIE STATYKI DLA METODY WYKOPU OTWARTEGO DLA RUR KAMIONKOWYCH STEINZEUG-KERAMO

Tabelaryczne zestawienie naprężeń dla podanego rodzaju podbudowy

Przykrycie	Podbudowa/	Obciążenie spowodowane ruchem drogowym	Obciążenie gruntu	vorh δ	Bezpieczeństwo	dyn δ	Bezpieczeństwo dyn σ
m od - do	kąt -	kN/m ²	kN/m ²	N/mm ²	vorh γ	N/mm ²	vorh γ
1.20	KSA90	19.75	28.13	1.79	10.05	0.92	13.95
1.20	KSA90	19.75	28.13	1.79	10.05	0.92	13.95

Wymagane bezpieczeństwo jest zachowane: erf $\gamma = 2,2$

Wymagane bezpieczeństwo obciążenia dynamicznego jest zachowane: $\gamma = 2.00$

Obowiązują:

Rzeczywisty δ	Maks. naprężenie w rurze
dyn δ	Maks. dynamiczne naprężenie w rurze
KSA	Podbudowa żwirowo-piaskowa
BA:	Podbudowa betonowa

Ten dokument został utworzony cyfrowo i jest ważny bez podpisu.
Autor nie odpowiada za prawidłowość wprowadzonych danych!

Statyka składa się z 8 arkuszy obliczeń i 2 załączników