

STATICKÝ VÝPOČET PRO OTEVŘENÝ VÝKOP KAMENINOVÉ TROUBY FIRMY STEINZEUG-KERAMO

Výpočet č. OE202408_0006_0001_N1

Datum: 08/08/2024

Projekt: Rekonstrukce vodovodu a kanalizace ul.Vítkovická
Ulice: Vítkovická
PSČ, Město: 70200 Ostrava
Země: CZ

Zpracovatel:

Firma: Steinzeug-Keramo s.r.o.
Zpracovatel: Petra Niedlová
Adresa: Plachého 28
PSČ, Město: CZ 37001 České Budejovice

Zpracováno pro:

Firma: Báňské projekty Ostrava s.r.o.
Kontaktní osoba: Daniela Navrátilová
Adresa: Vítkovická 3108/11
PSČ, Město: CZ 70200 Ostrava

Podklady výpočtu

Předpokladem platnosti tohoto výpočtu je, že ze strany prováděné stavby nedojde oproti výpočtu k odchylkám jak zatížení trub tak i návrhovaných druhů zemin a odborné uložení trub bude odpovídat jak EN 295, tak i EN 1610, popř. německé směrnici DWA A.

Související normy a předpisy:

ATV-DVWK A 127 Statický výpočet odpadních kanálů a vedení. 3. vydání, srpen 2000

EN 295-1 Kameninové a odvodňovací a kanalizační potrubí – část 1: Požadavky na trouby, tvarovky a spoje, vydání srpen 2013

ZP WN 295 Glazované kameninové trouby, tvarovky a příslušenství Vnitropodniková norma , vydání květen 2019

EN 1610 Provádění stok a kanalizačních přípojek a jejich zkoušení, vydání duben 2015

EN 1295 Statický výpočet potrubí uložených v zemi při různých podmínkách zatížení, část 1 : Všeobecné požadavky, vydání září 1997

DWA A 139 Pokládka a zkouška odpadních potrubí a kanálů, vydání prosinec 2019

Speciální podmínky:
Zvláštní případ

STATICKÝ VÝPOČET PRO OTEVŘENÝ VÝKOP

KAMENINOVÉ TROUBY FIRMY STEINZEUG-KERAMO

Profil (DN)		400 H		
Výsledky výpočtu:		Posouzení	Požadavek	Výsledek
Největší napětí ve stěně trouby				
Výška	Uložení			
2.00	KSA120 (štěrkopísek)	5.03	≥ 2.20	splněno
2.60	KSA120 (štěrkopísek)	4.83	≥ 2.20	splněno
Posouzení únavové napětí				
Dynymické napeětí/napětí ve stěně trouby při výšce překrytí				
Výška	Uložení			
2.00	KSA120 (štěrkopísek)	2.21	≤ 6.40	splněno
2.60	KSA120 (štěrkopísek)	1.90	≤ 6.40	splněno
Základní údaje o kamenině				
Objemová tíha	Y	22	kN/m³	
Pevnost v tahu za ohybu	σ _{RBZ}	18.00	N/mm²	
Mez únavy	2xσ _A	12.80	N/mm²	
Modul pružnosti	E _R	50000	N/mm²	
Údaje o troubě				
Jmenovitá světlost (DN)		400 H		
Sortiment		KERA.Pro		
Třída pevnosti (TKL)		200		
Mezní vrcholové zatížení FN		80.00	kN/m	
Vnitřní průměr	d _i	398.00	mm	
Vnější průměr	d _a	492.00	mm	
Poloměr střednice	r _m	222.50	mm	
Korekční faktor vnitřní	α _{ki}	1.07	[-]	
Korekční faktor vnější	α _{ka}	0.93	[-]	

STATICKÝ VÝPOČET PRO OTEVŘENÝ VÝKOP

KAMENINOVÉ TROUBY FIRMY STEINZEUG-KERAMO

Vstupní hodnoty

Tvar výkopu	Jednoduché výkopy		
Výška výkopu		-	m
Šířka výkopu		-	
Sklon stěny výkopu	β	90.00	°
Druh pažení	Pažení s panely pažení		
	postupné vytahování, zhutnění po vrstvách proti rostlé zemině		
Ochranné pásmo vod		Ne	
Objemová tíha zeminy	γ_B	20.00	kN/m ³
Zatížení dopravou	Kolejová doprava		
	vícekolejové		
Povrchové zatížení		0.00	kN/m ²
Plošné zatížení		0.00	kN/m ²
Min. krytí (od horního okraje trouby po bud. kotu terénu)	h	2.00	m
Max. krytí (od horního okraje trouby po bud. kotu terénu)	h	2.60	m
Výška spodní vody ode dna výkopu			
Min.	h_W	0.00	m
Max.	h_W	0.00	m
Šířka výkopu (včetně pažení)		1.66	m
efektivní vyložení	a	1.00	
Zemina a podmínky uložení			
Stávající zemina		G3	
Míra zhutnění podle Proctota	D_{Pr}	90.00	%
Modul přetvárnosti (pružnosti)	E_3	2.00	N/mm ²
Zeminy v zoně uložení		G2	
Míra zhutnění podle Proctora	D_{Pr}	90.00	%
Modul přetvárnosti (pružnosti)	E_2	3.00	N/mm ²
Zeminy zásypu		G3	
Zhutnění těchto zemin podle Proctota	D_{Pr}	90.00	%
Modul deformace	E_1	2.00	N/mm ²
Zemina podloží		Jako následná zemina ($E_4 = 10 \times$ E_1)	
Modul přetvárnosti (pružnosti) (10X zásyp zeminou)	E_4	20.00	N/mm ²
Podmínky uložení		A2 / B2	
Teorie síla		Ano	
Typ uložení potrubí (EN 1610)		Typ1	

STATICKÝ VÝPOČET PRO OTEVŘENÝ VÝKOP KAMENINOVÉ TROUBY FIRMY STEINZEUG-KERAMO

Výsledky výpočtů

Minimální výška krytí	h	2.00	m
Zatížení zeminou včetně rovnoměrného zatížení působícího na povrchu			
Zatížení zeminou a plošné zatížení	p_e	36.67	kN/m ²
Úhel vnitřního tření mezi výkopem a zásypem	δ	8.33	°
Redukční součinitel pro teorii síla	K	0.92	[-]
Součinitel zemního tlaku	K_2	0.50	[-]
Redukční součinitel	α_B	0.86	[-]
Redukovaný modul přetvářnosti (pružnosti)	E_2	2.58	N/mm ²
Relativní efektivní vyložení	a'	0.77	[-]
Max. součinitel koncentrace	$\max \lambda$	1.43	[-]
Součinitel deformace	K'	0.93	[-]
Součinitel tlaku v uložení	K^*	0.00	[-]
Tuhost systému	V_{RB}	26.37	[-]
Vertikální únosnost uložení	S_{Bv}	2.58	N/mm ²
Horizontální únosnost uložení	S_{Bh}	1.49	N/mm ²
Redukční součinitel vodorovné únosnosti uložení	ζ	0.96	[-]
Součinitel modulu přetvářnosti podloží	Δf	1.44	[-]
Součinitel koncentrace nad potrubím	λ_R	1.43	[-]
Součinitel koncentrace ve výkopu	λ_{RG}	1.34	[-]
Součinitel koncentrace na boku potrubí	Λ_B	0.86	[-]
Zatížení dopravou	Kolejová doprava vícekolejové		[-]
Napětí v zemině od dopravního zatížení	p_v	55.94	kN/m ²
Svislé napětí v podloží	q_v	105.12	kN/m ²
Vodorovné napětí v podloží	q_h	18.16	kN/m ²
Výpočet únosnosti			
totF		51.72	
Y (výsledný součinitel spolehlivosti)		3.37	> 2,2

STATICKÝ VÝPOČET PRO OTEVŘENÝ VÝKOP

KAMENINOVÉ TROUBY FIRMY STEINZEUG-KERAMO

Vnitřní síly

Místo		Vrchol trouby	Bok trouby	Dno trouby	
Ohybové momenty od :					
vertikálního zatížení	Mqv	1.358	-1.379	1.431	kNm/m
bočního zemního tlaku	Mqh	-0.225	0.225	-0.225	kNm/m
vlastní tíhy	Mg	0.020	-0.023	0.027	kNm/m
náplně	Mw	0.021	-0.024	0.029	kNm/m
Výsledný ohybový moment od :		1.174	-1.201	1.262	kNm/m
normálových sil					
vertikální zatížení	Nqv	0.631	-23.388	-0.631	kN/m
bočního zemního tlaku	Nqh	-4.041	0.000	-4.041	kN/m
vlastní tíhy	Ng	0.058	-0.361	-0.058	kN/m
náplně	Nw	0.309	0.106	0.681	kN/m
Výsledné normálové síly		-3.042	-23.643	-4.049	kN/m

Plocha průřezu trouby	A _R	0.05	m ²
Průřezový modul trouby	W _R	0.000368	m ³

Posouzení napětí pro daný typ uložení

		Vrchol trouby	Bok trouby	Dno trouby	
Napětí na vnitřním líci trouby	δ _i	3.35	-3.99	3.58	N/mm ²
Napětí na vnějším líci trouby	δ _a	-3.03	2.53	-3.27	N/mm ²
Spolehlivost na vnitřním líci trouby	γ	5.38	-4.51	5.03	
Spolehlivost na vnějším líci trouby	γ	-5.94	7.12	-5.50	

Posouzení únavových účinků

Úcinky únavového zatížení je nutné posoudit pro železnici, letištní plochy a při uložení kameninového potrubí v komunikaci pod 1,5m

Dynamické napětí zeminy	Dyn p _v	55.94	kN/m ²
-------------------------	--------------------	-------	-------------------

Posouzení dynamického napětí pro daný typ uložení

		Vrchol trouby	Bok trouby	Dno trouby	
Napětí na vnitřním líci trouby	δ _i	2.11	-2.40	2.21	N/mm ²
Napětí na vnějším líci trouby	δ _a	-1.82	1.59	-1.93	N/mm ²

Přehled výsledků hodnot napětí pro daný typ uložení

Krytí	Uložení/	Zatížení dopravout	Zatížení zeminou	vorh δ	Spolehlivost	dyn δ	Bezpečnost dyn δ
m od – do	Úhel-	kN/m ²	kN/m ²	N/mm ²	vorh γ	N/mm ²	vorh γ
2.00	KSA120 (štěrkopísek)	55.94	49.17	3.58	5.03	2.21	5.80

Potřebná bezpečnost zajištěna: erf γ= 2.2

Potřebná bezpečnost dynamického zatížení dodržena: γ= 2.00

STATICKÝ VÝPOČET PRO OTEVŘENÝ VÝKOP KAMENINOVÉ TROUBY FIRMY STEINZEUG-KERAMO

Výsledky výpočtů

Minimální výška krytí	h	2.60	m
-----------------------	---	------	---

Zatížení zeminou včetně rovnoměrného zatížení působícího na povrchu

Zatížení zeminou a plošné zatížení	pe	46.47	kN/m ²
Úhel vnitřního tření mezi výkopem a zásypem	δ	8.33	°
Redukční součinitel pro teorii síla	K	0.89	[-]
Součinitel zemního tlaku	K ₂	0.50	[-]
Redukční součinitel	α _B	0.86	[-]
Redukovaný modul přetvářnosti (pružnosti)	E ₂	2.58	N/mm ²
Relativní efektivní vyložení	a'	0.77	[-]
Max. součinitel koncentrace	max λ	1.49	[-]
Součinitel deformace	K'	0.93	[-]
Součinitel tlaku v uložení	K*	0.00	[-]
Tuhost systému	V _{RB}	26.37	[-]
Vertikální únosnost uložení	S _{Bv}	2.58	N/mm ²
Horizontální únosnost uložení	S _{Bh}	1.49	N/mm ²
Redukční součinitel vodorovné únosnosti uložení	ζ	0.96	[-]
Součinitel modulu přetvářnosti podloží	Δf	1.44	[-]
Součinitel koncentrace nad potrubím	λ _R	1.49	[-]
Součinitel koncentrace ve výkopu	λ _{RG}	1.39	[-]
Součinitel koncentrace na boku potrubí	λ _B	0.84	[-]
Zatížení dopravou	Kolejová doprava vícekolejové		[-]
Napětí v zemině od dopravního zatížení	p _v	48.10	kN/m ²
Svislé napětí v podloží	q _v	112.58	kN/m ²
Vodorovné napětí v podloží	q _h	21.90	kN/m ²

Bemessung Tragfähigkeitsnachweis

totF		55.39	
Y (výsledný součinitel spolehlivosti)		3.15	> 2,2

STATICKÝ VÝPOČET PRO OTEVŘENÝ VÝKOP

KAMENINOVÉ TROUBY FIRMY STEINZEUG-KERAMO

Vnitřní síly

Místo		Scheitel	Kämpfer	Sohle	
Ohybové momenty od :					
vertikálního zatížení	M _{qv}	1.455	-1.477	1.533	kNm/m
bočního zemního tlaku	M _{qh}	-0.271	0.271	-0.271	kNm/m
vlastní tíhy	M _g	0.020	-0.023	0.027	kNm/m
náplně	M _w	0.021	-0.024	0.029	kNm/m
Výsledný ohybový moment od :		1.224	-1.253	1.317	kNm/m
normálových sil					
vertikální zatížení	N _{qv}	0.676	-25.050	-0.676	kN/m
bočního zemního tlaku	N _{qh}	-4.872	0.000	-4.872	kN/m
vlastní tíhy	N _g	0.058	-0.361	-0.058	kN/m
náplně	N _w	0.309	0.106	0.681	kN/m
Výsledné normálové síly		-3.829	-25.305	-4.925	kN/m

Plocha průřezu trouby	A _R	0.05	m ²
Průřezový modul trouby	W _R	0.000368	m ³

Posouzení napětí pro daný typ uložení

		Scheitel	Kämpfer	Sohle	
Napětí na vnitřním líci trouby	δ _i	3.48	-4.18	3.72	N/mm ²
Napětí na vnějším líci trouby	δ _a	-3.17	2.62	-3.43	N/mm ²
Spolehlivost na vnitřním líci trouby	γ	5.18	-4.31	4.83	
Spolehlivost na vnějším líci trouby	γ	-5.67	6.86	-5.25	

Posouzení únavových účinků

Účinky únavového zatížení je nutné posoudit pro železnici, letištní plochy a při uložení kameninového potrubí v komunikaci pod 1,5m.

Dynamické napětí zeminy	Dyn p _v	48.10	kN/m ²
-------------------------	--------------------	-------	-------------------

Posouzení dynamického napětí pro daný typ uložení

		Scheitel	Kämpfer	Sohle	
Napětí na vnitřním líci trouby	δ _i	1.81	-2.06	1.90	N/mm ²
Napětí na vnějším líci trouby	δ _a	-1.56	1.37	-1.66	N/mm ²

Přehled výsledků hodnot napětí pro daný typ uložení

Krytí	Uložení/	Zatížení dopravout	Zatížení zeminou	vorh δ	Spolehlivost	dyn δ	Bezpečnost dyn δ
m od – do	Úhel-	kN/m ²	kN/m ²	N/mm ²	vorh γ	N/mm ²	vorh γ
2.60	KSA120 (štěrkopísek)	48.10	64.49	3.72	4.83	1.90	6.75

Potřebná bezpečnost zajištěna: erf γ= 2.2

Potřebná bezpečnost dynamického zatížení dodržena: γ= 2.00

Berechnet mit dem STEINZEUG Infopool-Rechner Version 4.0

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

STATICKÝ VÝPOČET PRO OTEVŘENÝ VÝKOP

KAMENINOVÉ TROUBY FIRMY STEINZEUG-KERAMO

Výsledné posouzení napětí pro dané uložení
Výsledné posouzení únosnosti pro dané uložení

Překrytí	Uložení/	Zatížení dopravou	Zatížení zeminou	stav $\bar{\sigma}$	Bezpečnost	dyn $\bar{\sigma}$	Bezpečnost dyn σ
m od - do	úhel -	kN/m ²	kN/m ²	N/mm ²	vorh γ	N/mm ²	stav γ
2.00	KSA120 (štěrkopísek)	55.94	49.17	3.58	5.03	2.21	5.80
2.60	KSA120 (štěrkopísek)	48.10	64.49	3.72	4.83	1.90	6.75

Potřebná bezpečnost zajištěna: erf $\gamma = 2.2$
Potřebná bezpečnost dynamického zatížení dodržena: $\gamma = 2.00$

Znamená:

vorh $\bar{\sigma}$ max. napětí v troubě
dyn $\bar{\sigma}$ max. dynamické napětí trouby
KSA štěrkopískové uložení
BA: betonové lože

Tento dokument byl digitálně zpracován a je platný bez podpisu.
Zadavatel odpovídá za správnost vstupních údajů!

Tento výpočet se skládá z 8 stránek a 2 příloh.