

STATICKÝ VÝPOČET PRO OTEVŘENÝ VÝKOP KAMENINOVÉ TROUBY FIRMY STEINZEUG-KERAMO

Výpočet č. OE202408_0004_0001

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)	4.58	≥ 2.20	splněno
2.60	KSA120 (štěrkopísek)	3.70	≥ 2.20	splněno
Posouzení únavové napětí				
Dynamické napeětí/napětí ve stěně trouby při výšce překrytí				
Výška	Uložení			
2.00	KSA120 (štěrkopísek)	0.59	≤ 12.80	splněno
2.60	KSA120 (štěrkopísek)	0.47	≤ 12.80	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	Silniční doprava		
	SLW 60		
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		G3	
Míra zhutnění podle Proctora	D_{Pr}	90.00	%
Modul přetvárnosti (pružnosti)	E_2	2.00	N/mm ²
Zeminy zásypu		G2	
Zhutnění těchto zemin podle Proctota	D_{Pr}	90.00	%
Modul deformace	E_1	3.00	N/mm ²
Zemina podloží		Jako následná zemina ($E_4 = 10 \times$ E_1)	
Modul přetvárnosti (pružnosti) (10X zásyp zeminou)	E_4	30.00	N/mm ²
Podmínky uložení		A2 / B2	
Teorie síla		Ne	
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	pe	40.00	kN/m ²
Úhel vnitřního tření mezi výkopem a zásypem	δ	10.00	°
Redukční součinitel pro teorii sil	K	1.00	[-]
Součinitel zemního tlaku	K ₂	0.50	[-]
Redukční součinitel	α _B	0.86	[-]
Redukovaný modul přetvářnosti (pružnosti)	E ₂	1.38	N/mm ²
Relativní efektivní vyložení	a'	2.18	[-]
Max. součinitel koncentrace	max λ	2.26	[-]
Součinitel deformace	K'	0.93	[-]
Součinitel tlaku v uložení	K*	0.00	[-]
Tuhost systému	V _{RB}	45.47	[-]
Vertikální únosnost uložení	S _{Bv}	1.38	N/mm ²
Horizontální únosnost uložení	S _{Bh}	0.86	N/mm ²
Redukční součinitel vodorovné únosnosti uložení	ζ	1.05	[-]
Součinitel modulu přetvářnosti podloží	Δf	1.44	[-]
Součinitel koncentrace nad potrubím	λ _R	2.26	[-]
Součinitel koncentrace ve výkopu	λ _{RG}	2.00	[-]
Součinitel koncentrace na boku potrubí	λ _B	0.58	[-]
Zatížení dopravou	Silniční doprava		[-]
	SLW 60		
Napětí v zemině od dopravního zatížení	p _v	29.69	kN/m ²
Svislé napětí v podloží	q _v	109.71	kN/m ²
Vodorovné napětí v podloží	q _h	14.03	kN/m ²
Výpočet únosnosti			
totF		53.98	
Y (výsledný součinitel spolehlivosti)		3.23	> 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	1.418	-1.439	1.494	kNm/m
bočního zemního tlaku	Mqh	-0.174	0.174	-0.174	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 :		1.284	-1.312	1.375	kNm/m
normálových sil					
vertikální zatížení	Nqv	0.659	-24.410	-0.659	kN/m
bočního zemního tlaku	Nqh	-3.122	0.000	-3.122	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		-2.096	-24.665	-3.158	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	3.69	-4.34	3.93	N/mm ²
Napětí na vnějším líci trouby	δ _a	-3.29	2.79	-3.54	N/mm ²
Spolehlivost na vnitřním líci trouby	γ	4.88	-4.15	4.58	
Spolehlivost na vnějším líci trouby	γ	-5.48	6.45	-5.09	

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	14.85	kN/m ²
-------------------------	--------------------	-------	-------------------

Posouzení dynamického napětí pro daný typ uložení

		Vrchol trouby	Bok trouby	Dno trouby	
Napětí na vnitřním líci trouby	δ _i	0.56	-0.64	0.59	N/mm ²
Napětí na vnějším líci trouby	δ _a	-0.48	0.42	-0.51	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)	29.69	80.01	3.93	4.58	0.59	21.85

Potřebná bezpečnost zajištěna: erf γ= 2.2

Potřebná bezpečnost dynamického zatížení dodržena: γ= 1.00

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	52.00	kN/m ²
Úhel vnitřního tření mezi výkopem a zásypem	δ	10.00	°
Redukční součinitel pro teorii síla	K	1.00	[-]
Součinitel zemního tlaku	K ₂	0.50	[-]
Redukční součinitel	α _B	0.86	[-]
Redukovaný modul přetvářnosti (pružnosti)	E ₂	1.38	N/mm ²
Relativní efektivní vyložení	a'	2.18	[-]
Max. součinitel koncentrace	max λ	2.44	[-]
Součinitel deformace	K'	0.93	[-]
Součinitel tlaku v uložení	K*	0.00	[-]
Tuhost systému	V _{RB}	45.47	[-]
Vertikální únosnost uložení	S _{Bv}	1.38	N/mm ²
Horizontální únosnost uložení	S _{Bh}	0.86	N/mm ²
Redukční součinitel vodorovné únosnosti uložení	ζ	1.05	[-]
Součinitel modulu přetvářnosti podloží	Δf	1.44	[-]
Součinitel koncentrace nad potrubím	λ _R	2.44	[-]
Součinitel koncentrace ve výkopu	λ _{RG}	2.14	[-]
Součinitel koncentrace na boku potrubí	λ _B	0.52	[-]
Zatížení dopravou	Silniční doprava		[-]
	SLW 60		
Napětí v zemině od dopravního zatížení	p _v	23.98	kN/m ²
Svislé napětí v podloží	q _v	135.33	kN/m ²
Vodorovné napětí v podloží	q _h	15.96	kN/m ²

Bemessung Tragfähigkeitsnachweis

totF		66.58	
Y (výsledný součinitel spolehlivosti)		2.62	> 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}	1.749	-1.775	1.842	kNm/m
bočního zemního tlaku	M _{qh}	-0.198	0.198	-0.198	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 :		1.591	-1.625	1.700	kNm/m
normálových sil					
vertikální zatížení	N _{qv}	0.813	-30.110	-0.813	kN/m
bočního zemního tlaku	N _{qh}	-3.551	0.000	-3.551	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		-2.371	-30.365	-3.741	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	4.58	-5.37	4.86	N/mm ²
Napětí na vnějším líci trouby	δ _a	-4.07	3.46	-4.37	N/mm ²
Spolehlivost na vnitřním líci trouby	γ	3.93	-3.35	3.70	
Spolehlivost na vnějším líci trouby	γ	-4.42	5.21	-4.12	

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	11.99	kN/m ²
-------------------------	--------------------	-------	-------------------

Posouzení dynamického napětí pro daný typ uložení

		Scheitel	Kämpfer	Sohle	
Napětí na vnitřním líci trouby	δ _i	0.45	-0.51	0.47	N/mm ²
Napětí na vnějším líci trouby	δ _a	-0.39	0.34	-0.41	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)	23.98	111.35	4.86	3.70	0.47	27.06

Potřebná bezpečnost zajištěna: erf γ= 2.2

Potřebná bezpečnost dynamického zatížení dodržena: γ= 1.00

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)	29.69	80.01	3.93	4.58	0.59	21.85
2.60	KSA120 (štěrkopísek)	23.98	111.35	4.86	3.70	0.47	27.06

Potřebná bezpečnost zajištěna: erf $\gamma = 2.2$
Potřebná bezpečnost dynamického zatížení dodržena: $\gamma = 1.00$

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.