

STATICKÝ VÝPOČET PRO OTEVŘENÝ VÝKOP KAMENINOVÉ TROUBY FIRMY STEINZEUG-KERAMO

Výpočet č. OE202408_0006_0003

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)		1000 H		
Výsledky výpočtu:		Posouzení	Požadavek	Výsledek
Největší napětí ve stěně trouby				
Výška	Uložení			
2.20	BA120 (beton)	2.78	≥ 2.20	splněno
3.50	BA120 (beton)	2.54	≥ 2.20	splněno
Posouzení únavové napětí				
Dynamické napeětí/napětí ve stěně trouby při výšce překrytí				
Výška	Uložení			
2.20	BA120 (beton)	4.07	≤ 2.65	nesplněno
3.50	BA120 (beton)	3.01	≤ 2.65	nesplněno
Základní údaje o kamenině				
Objemová tíha	Y	22	kN/m³	
Pevnost v tahu za ohybu	σ _{RBZ}	17.66	N/mm²	
Mez únavy	2xσ _A	5.30	N/mm²	
Modul pružnosti	E _R	50000	N/mm²	
Údaje o troubě				
Jmenovitá světlost (DN)		1000 H		
Sortiment		KERA.Pro		
Třída pevnosti (TKL)		100		
Mezní vrcholové zatížení FN		100.00	kN/m	
Vnitřní průměr	d _i	1007.00	mm	
Vnější průměr	d _a	1159.00	mm	
Poloměr střednice	r _m	541.50	mm	
Korekční faktor vnitřní	α _{ki}	1.05	[-]	
Korekční faktor vnější	α _{ka}	0.95	[-]	

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	2.20	m
Max. krytí (od horního okraje trouby po bud. kotu terénu)	h	3.50	m
Výška spodní vody ode dna výkopu			
Min.	h_W	0.00	m
Max.	h_W	0.00	m
Šířka výkopu (včetně pažení)		2.47	m
efektivní vyložení	a	1.14	
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	2.20	m
Zatížení zeminou včetně rovnoměrného zatížení působícího na povrchu			
Zatížení zeminou a plošné zatížení	p_e	41.25	kN/m ²
Úhel vnitřního tření mezi výkopem a zásypem	δ	8.33	°
Redukční součinitel pro teorii síla	K	0.94	[-]
Součinitel zemního tlaku	K_2	0.50	[-]
Redukční součinitel	α_B	0.58	[-]
Redukovaný modul přetvářnosti (pružnosti)	E_2	1.75	N/mm ²
Relativní efektivní vyložení	a'	1.30	[-]
Max. součinitel koncentrace	$\max \lambda$	1.46	[-]
Součinitel deformace	K'	0.93	[-]
Součinitel tlaku v uložení	K^*	0.01	[-]
Tuhost systému	V_{RB}	10.30	[-]
Vertikální únosnost uložení	S_{Bv}	1.53	N/mm ²
Horizontální únosnost uložení	S_{Bh}	1.12	N/mm ²
Redukční součinitel vodorovné únosnosti uložení	ζ	1.06	[-]
Součinitel modulu přetvářnosti podloží	Δf	0.87	[-]
Součinitel koncentrace nad potrubím	λ_R	1.46	[-]
Součinitel koncentrace ve výkopu	λ_{RG}	1.18	[-]
Součinitel koncentrace na boku potrubí	Λ_B	0.85	[-]
Zatížení dopravou	Kolejová doprava vícekolejové		[-]
Napětí v zemině od dopravního zatížení	p_v	53.27	kN/m ²
Svislé napětí v podloží	q_v	101.75	kN/m ²
Vodorovné napětí v podloží	q_h	23.23	kN/m ²
Výpočet únosnosti			
totF		117.93	
Y (výsledný součinitel spolehlivosti)		2.12	> 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	7.160	-7.160	6.027	kNm/m
bočního zemního tlaku	Mqh	-1.580	1.553	-1.274	kNm/m
vlastní tíhy	Mg	0.154	-0.177	0.143	kNm/m
náplně	Mw	0.249	-0.287	0.230	kNm/m
Výsledný ohybový moment od :		5.984	-6.072	5.126	kNm/m
normálových sil					
vertikální zatížení	Nqv	-1.102	-55.096	-30.744	kN/m
bočního zemního tlaku	Nqh	-12.074	0.000	-6.791	kN/m
vlastní tíhy	Ng	0.095	-1.422	-1.737	kN/m
náplně	Nw	1.619	0.630	1.586	kN/m
Výsledné normálové síly		-11.462	-55.888	-37.685	kN/m

Plocha průřezu trouby	A _R	0.08	m ²
Průřezový modul trouby	W _R	0.000963	m ³

Posouzení napětí pro daný typ uložení

		Vrchol trouby	Bok trouby	Dno trouby	
Napětí na vnitřním líci trouby	δ _i	6.36	-7.34	5.08	N/mm ²
Napětí na vnějším líci trouby	δ _a	-6.08	5.28	-5.57	N/mm ²
Spolehlivost na vnitřním líci trouby	γ	2.78	-2.41	3.48	
Spolehlivost na vnějším líci trouby	γ	-2.91	3.35	-3.17	

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 pv	53.27	kN/m ²
-------------------------	--------	-------	-------------------

Posouzení dynamického napětí pro daný typ uložení

		Vrchol trouby	Bok trouby	Dno trouby	
Napětí na vnitřním líci trouby	δ _i	4.07	-4.46	3.22	N/mm ²
Napětí na vnějším líci trouby	δ _a	-3.72	3.33	-3.34	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
2.20	BA120 (beton)	53.27	48.48	6.36	2.78	4.07	1.30

Potřebná bezpečnost zajištěna: erf γ= 2.2

Potřebná bezpečnost dynamického zatížení není dodržena: γ= 2.00

STATICKÝ VÝPOČET PRO OTEVŘENÝ VÝKOP KAMENINOVÉ TROUBY FIRMY STEINZEUG-KERAMO

Výsledky výpočtů

Minimální výška krytí	h	3.50	m
-----------------------	---	------	---

Zatížení zeminou včetně rovnoměrného zatížení působícího na povrchu

Zatížení zeminou a plošné zatížení	pe	63.21	kN/m ²
Úhel vnitřního tření mezi výkopem a zásypem	δ	8.33	°
Redukční součinitel pro teorii síla	K	0.90	[-]
Součinitel zemního tlaku	K ₂	0.50	[-]
Redukční součinitel	α _B	0.58	[-]
Redukovaný modul přetvářnosti (pružnosti)	E ₂	1.75	N/mm ²
Relativní efektivní vyložení	a'	1.30	[-]
Max. součinitel koncentrace	max λ	1.63	[-]
Součinitel deformace	K'	0.93	[-]
Součinitel tlaku v uložení	K*	0.01	[-]
Tuhost systému	V _{RB}	10.30	[-]
Vertikální únosnost uložení	S _{Bv}	1.53	N/mm ²
Horizontální únosnost uložení	S _{Bh}	1.12	N/mm ²
Redukční součinitel vodorovné únosnosti uložení	ζ	1.06	[-]
Součinitel modulu přetvářnosti podloží	Δf	0.87	[-]
Součinitel koncentrace nad potrubím	λ _R	1.63	[-]
Součinitel koncentrace ve výkopu	λ _{RG}	1.24	[-]
Součinitel koncentrace na boku potrubí	λ _B	0.79	[-]
Zatížení dopravou	Kolejová doprava vícekolejové		[-]
Napětí v zemině od dopravního zatížení	p _v	39.35	kN/m ²
Svislé napětí v podloží	q _v	117.60	kN/m ²
Vodorovné napětí v podloží	q _h	30.76	kN/m ²

Bemessung Tragfähigkeitsnachweis

totF		136.29	
Y (výsledný součinitel spolehlivosti)		1.83	> 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}	8.276	-8.276	6.965	kNm/m
bočního zemního tlaku	M _{qh}	-2.092	2.056	-1.687	kNm/m
vlastní tíhy	M _g	0.154	-0.177	0.143	kNm/m
náplně	M _w	0.249	-0.287	0.230	kNm/m
Výsledný ohybový moment od :		6.586	-6.684	5.652	kNm/m
normálových sil					
vertikální zatížení	N _{qv}	-1.274	-63.678	-35.532	kN/m
bočního zemního tlaku	N _{qh}	-15.989	0.000	-8.994	kN/m
vlastní tíhy	N _g	0.095	-1.422	-1.737	kN/m
náplně	N _w	1.619	0.630	1.586	kN/m
Výsledné normálové síly		-15.549	-64.470	-44.677	kN/m

Plocha průřezu trouby	A _R	0.08	m ²
Průřezový modul trouby	W _R	0.000963	m ³

Posouzení napětí pro daný typ uložení

		Scheitel	Kämpfer	Sohle	
Napětí na vnitřním líci trouby	δ _i	6.96	-8.12	5.56	N/mm ²
Napětí na vnějším líci trouby	δ _a	-6.73	5.77	-6.18	N/mm ²
Spolehlivost na vnitřním líci trouby	γ	2.54	-2.18	3.18	
Spolehlivost na vnějším líci trouby	γ	-2.63	3.06	-2.86	

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	39.35	kN/m ²
-------------------------	--------------------	-------	-------------------

Posouzení dynamického napětí pro daný typ uložení

		Scheitel	Kämpfer	Sohle	
Napětí na vnitřním líci trouby	δ _i	3.01	-3.29	2.38	N/mm ²
Napětí na vnějším líci trouby	δ _a	-2.75	2.46	-2.46	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
3.50	BA120 (beton)	39.35	78.24	6.96	2.54	3.01	1.76

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

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
2.20	BA120 (beton)	53.27	48.48	6.36	2.78	4.07	1.30
3.50	BA120 (beton)	39.35	78.24	6.96	2.54	3.01	1.76

Potřebná bezpečnost zajištěna: erf $\gamma = 2.2$
Potřebná bezpečnost dynamického zatížení není 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.