

STATICKÝ VÝPOČET PRO OTEVŘENÝ VÝKOP KAMENINOVÉ TROUBY FIRMY STEINZEUG-KERAMO

Výpočet č. OE202408_0006_0002

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)		700 H		
Výsledky výpočtu:		Posouzení	Požadavek	Výsledek
Největší napětí ve stěně trouby				
Výška	Uložení			
3.10	BA120 (beton)	4.15	≥ 2.20	splněno
3.50	BA120 (beton)	3.98	≥ 2.20	splněno
Posouzení únavové napětí				
Dynamické napeětí/napětí ve stěně trouby při výšce překrytí				
Výška	Uložení			
3.10	BA120 (beton)	2.00	≤ 6.40	splněno
3.50	BA120 (beton)	1.83	≤ 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)		700 H		
Sortiment		KERA.Pro		
Třída pevnosti (TKL)		120		
Mezní vrcholové zatížení FN		112.00	kN/m	
Vnitřní průměr	d _i	694.00	mm	
Vnější průměr	d _a	832.00	mm	
Poloměr střednice	r _m	381.50	mm	
Korekční faktor vnitřní	α _{ki}	1.06	[-]	
Korekční faktor vnější	α _{ka}	0.94	[-]	

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	3.10	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)		2.15	m
efektivní vyložení	a	1.16	
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	3.10	m
Zatížení zeminou včetně rovnoměrného zatížení působícího na povrchu			
Zatížení zeminou a plošné zatížení	p_e	55.89	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	0.69	[-]
Redukovaný modul přetvářnosti (pružnosti)	E_2	2.06	N/mm ²
Relativní efektivní vyložení	a'	1.13	[-]
Max. součinitel koncentrace	$\max \lambda$	1.61	[-]
Součinitel deformace	K'	0.93	[-]
Součinitel tlaku v uložení	K^*	0.00	[-]
Tuhost systému	V_{RB}	20.17	[-]
Vertikální únosnost uložení	S_{Bv}	1.77	N/mm ²
Horizontální únosnost uložení	S_{Bh}	1.22	N/mm ²
Redukční součinitel vodorovné únosnosti uložení	ζ	0.99	[-]
Součinitel modulu přetvářnosti podloží	Δf	1.11	[-]
Součinitel koncentrace nad potrubím	λ_R	1.61	[-]
Součinitel koncentrace ve výkopu	λ_{RG}	1.32	[-]
Součinitel koncentrace na boku potrubí	Λ_B	0.80	[-]
Zatížení dopravou	Kolejová doprava vícekolejové		[-]
Napětí v zemině od dopravního zatížení	p_v	42.95	kN/m ²
Svislé napětí v podloží	q_v	116.93	kN/m ²
Vodorovné napětí v podloží	q_h	26.39	kN/m ²
Výpočet únosnosti			
totF		97.29	
Y (výsledný součinitel spolehlivosti)		2.88	> 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	4.084	-4.084	3.438	kNm/m
bočního zemního tlaku	Mqh	-0.891	0.876	-0.718	kNm/m
vlastní tíhy	Mg	0.069	-0.080	0.064	kNm/m
náplně	Mw	0.087	-0.100	0.081	kNm/m
Výsledný ohybový moment od :		3.350	-3.389	2.864	kNm/m
normálových sil					
vertikální zatížení	Nqv	-0.892	-44.609	-24.892	kN/m
bočního zemního tlaku	Nqh	-9.667	0.000	-5.438	kN/m
vlastní tíhy	Ng	0.061	-0.910	-1.111	kN/m
náplně	Nw	0.803	0.313	0.787	kN/m
Výsledné normálové síly		-9.695	-45.206	-30.653	kN/m

Plocha průřezu trouby	A _R	0.07	m ²
Průřezový modul trouby	W _R	0.000794	m ³

Posouzení napětí pro daný typ uložení

		Vrchol trouby	Bok trouby	Dno trouby	
Napětí na vnitřním líci trouby	δ _i	4.34	-5.18	3.38	N/mm ²
Napětí na vnějším líci trouby	δ _a	-4.11	3.36	-3.84	N/mm ²
Spolehlivost na vnitřním líci trouby	γ	4.15	-3.47	5.32	
Spolehlivost na vnějším líci trouby	γ	-4.38	5.36	-4.69	

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 pv	42.95	kN/m ²
-------------------------	--------	-------	-------------------

Posouzení dynamického napětí pro daný typ uložení

		Vrchol trouby	Bok trouby	Dno trouby	
Napětí na vnitřním líci trouby	δ _i	2.00	-2.24	1.55	N/mm ²
Napětí na vnějším líci trouby	δ _a	-1.78	1.54	-1.63	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
3.10	BA120 (beton)	42.95	73.98	4.34	4.15	2.00	6.40

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	3.50	m
-----------------------	---	------	---

Zatížení zeminou včetně rovnoměrného zatížení působícího na povrchu

Zatížení zeminou a plošné zatížení	pe	62.28	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	0.69	[-]
Redukovaný modul přetvářnosti (pružnosti)	E ₂	2.06	N/mm ²
Relativní efektivní vyložení	a'	1.13	[-]
Max. součinitel koncentrace	max λ	1.65	[-]
Součinitel deformace	K'	0.93	[-]
Součinitel tlaku v uložení	K*	0.00	[-]
Tuhost systému	V _{RB}	20.17	[-]
Vertikální únosnost uložení	S _{Bv}	1.77	N/mm ²
Horizontální únosnost uložení	S _{Bh}	1.22	N/mm ²
Redukční součinitel vodorovné únosnosti uložení	ζ	0.99	[-]
Součinitel modulu přetvářnosti podloží	Δf	1.11	[-]
Součinitel koncentrace nad potrubím	λ _R	1.65	[-]
Součinitel koncentrace ve výkopu	λ _{RG}	1.35	[-]
Součinitel koncentrace na boku potrubí	λ _B	0.78	[-]
Zatížení dopravou	Kolejová doprava vícekolejové		[-]
Napětí v zemině od dopravního zatížení	p _v	39.35	kN/m ²
Svislé napětí v podloží	q _v	123.15	kN/m ²
Vodorovné napětí v podloží	q _h	28.51	kN/m ²

Bemessung Tragfähigkeitsnachweis

totF		102.46	
Y (výsledný součinitel spolehlivosti)		2.73	> 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}	4.302	-4.302	3.621	kNm/m
bočního zemního tlaku	M _{qh}	-0.963	0.946	-0.776	kNm/m
vlastní tíhy	M _g	0.069	-0.080	0.064	kNm/m
náplně	M _w	0.087	-0.100	0.081	kNm/m
Výsledný ohybový moment od :		3.496	-3.536	2.989	kNm/m
normálových sil					
vertikální zatížení	N _{qv}	-0.940	-46.982	-26.216	kN/m
bočního zemního tlaku	N _{qh}	-10.441	0.000	-5.873	kN/m
vlastní tíhy	N _g	0.061	-0.910	-1.111	kN/m
náplně	N _w	0.803	0.313	0.787	kN/m
Výsledné normálové síly		-10.516	-47.579	-32.412	kN/m

Plocha průřezu trouby	A _R	0.07	m ²
Průřezový modul trouby	W _R	0.000794	m ³

Posouzení napětí pro daný typ uložení

		Scheitel	Kämpfer	Sohle	
Napětí na vnitřním líci trouby	δ _i	4.52	-5.41	3.52	N/mm ²
Napětí na vnějším líci trouby	δ _a	-4.29	3.50	-4.01	N/mm ²
Spolehlivost na vnitřním líci trouby	γ	3.98	-3.32	5.11	
Spolehlivost na vnějším líci trouby	γ	-4.19	5.15	-4.49	

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	1.83	-2.05	1.42	N/mm ²
Napětí na vnějším líci trouby	δ _a	-1.63	1.41	-1.49	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	83.80	4.52	3.98	1.83	6.99

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
3.10	BA120 (beton)	42.95	73.98	4.34	4.15	2.00	6.40
3.50	BA120 (beton)	39.35	83.80	4.52	3.98	1.83	6.99

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.