

# STATICKÝ VÝPOČET PRO OTEVŘENÝ VÝKOP KAMENINOVÉ TROUBY FIRMY STEINZEUG-KERAMO

---

Výpočet č. OE202408\_0006\_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

BA120 (beton)

5.71

≥ 2.20

splněno

2.60

BA120 (beton)

5.42

≥ 2.20

splněno

Posouzení únavové napětí

Dynymické napeětí/napětí ve stěně trouby při výšce překrytí

Výška

Uložení

2.00

BA120 (beton)

1.93

≤ 6.40

splněno

2.60

BA120 (beton)

1.66

≤ 6.40

splněno

Základní údaje o kamenině

Objemová tíha

$\gamma$

22

kN/m<sup>3</sup>

Pevnost v tahu za ohybu

$\sigma_{RBZ}$

18.00

N/mm<sup>2</sup>

Mez únavy

$2 \times \sigma_A$

12.80

N/mm<sup>2</sup>

Modul pružnosti

$E_R$

50000

N/mm<sup>2</sup>

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

$\alpha_{ki}$

1.07

[-]

Korekční faktor vnější

$\alpha_{ka}$

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	$\beta$	90.00	°
Druh pažení	Pažení s panely pažení		
	postupné vytahování, zhutnění po vrstvách proti rostlé zemině		
Ochranné pásmo vod		Ne	
Objemová tíha zeminy	$\gamma_B$	20.00	kN/m <sup>3</sup>
Zatížení dopravou	Kolejová doprava		
	vícekolejové		
Povrchové zatížení		0.00	kN/m <sup>2</sup>
Plošné zatížení		0.00	kN/m <sup>2</sup>
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	1.20	
<b>Zemina a podmínky uložení</b>			
Stávající zemina		G3	
Míra zhutnění podle Proctota	$D_{Pr}$	90.00	%
Modul přetvárnosti ( pružnosti )	$E_3$	2.00	N/mm <sup>2</sup>
Zeminy v zoně uložení		G2	
Míra zhutnění podle Proctora	$D_{Pr}$	90.00	%
Modul přetvárnosti ( pružnosti )	$E_2$	3.00	N/mm <sup>2</sup>
Zeminy zásypu		G3	
Zhutnění těchto zemin podle Proctota	$D_{Pr}$	90.00	%
Modul deformace	$E_1$	2.00	N/mm <sup>2</sup>
Zemina podloží		Jako následná zemina ( $E_4 = 10 \times$ $E_1$ )	
Modul přetvárnosti ( pružnosti ) (10X zásyp zeminou)	$E_4$	20.00	N/mm <sup>2</sup>
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
<b>Zatížení zeminou včetně rovnoměrného zatížení působícího na povrchu</b>			
Zatížení zeminou a plošné zatížení	pe	36.67	kN/m <sup>2</sup>
Úhel vnitřního tření mezi výkopem a zásypem	δ	8.33	°
Redukční součinitel pro teorii síla	K	0.92	[-]
Součinitel zemního tlaku	K <sub>2</sub>	0.50	[-]
Redukční součinitel	α <sub>B</sub>	0.86	[-]
Redukovaný modul přetvářnosti ( pružnosti )	E <sub>2</sub>	2.58	N/mm <sup>2</sup>
Relativní efektivní vyložení	a'	0.93	[-]
Max. součinitel koncentrace	max λ	1.53	[-]
Součinitel deformace	K'	0.93	[-]
Součinitel tlaku v uložení	K*	0.00	[-]
Tuhost systému	V <sub>RB</sub>	26.37	[-]
Vertikální únosnost uložení	S <sub>Bv</sub>	2.15	N/mm <sup>2</sup>
Horizontální únosnost uložení	S <sub>Bh</sub>	1.49	N/mm <sup>2</sup>
Redukční součinitel vodorovné únosnosti uložení	ζ	0.96	[-]
Součinitel modulu přetvářnosti podloží	Δf	1.44	[-]
Součinitel koncentrace nad potrubím	λ <sub>R</sub>	1.53	[-]
Součinitel koncentrace ve výkopu	λ <sub>RG</sub>	1.42	[-]
Součinitel koncentrace na boku potrubí	Λ <sub>B</sub>	0.82	[-]
Zatížení dopravou	Kolejová doprava vícekolejové		[-]
Napětí v zemině od dopravního zatížení	p <sub>v</sub>	55.94	kN/m <sup>2</sup>
Svislé napětí v podloží	q <sub>v</sub>	107.86	kN/m <sup>2</sup>
Vodorovné napětí v podloží	q <sub>h</sub>	17.58	kN/m <sup>2</sup>
Výpočet únosnosti			
totF		53.07	
Y (výsledný součinitel spolehlivosti)		3.77	> 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	1.282	-1.282	1.079	kNm/m
bočního zemního tlaku	Mqh	-0.202	0.198	-0.163	kNm/m
vlastní tíhy	Mg	0.016	-0.019	0.015	kNm/m
náplně	Mw	0.017	-0.020	0.016	kNm/m
<b>Výsledný ohybový moment od :</b>		1.113	-1.122	0.947	kNm/m
normálových sil					
vertikální zatížení	Nqv	-0.480	-23.998	-13.391	kN/m
bočního zemního tlaku	Nqh	-3.756	0.000	-2.113	kN/m
vlastní tíhy	Ng	0.024	-0.361	-0.441	kN/m
náplně	Nw	0.273	0.106	0.268	kN/m
<b>Výsledné normálové síly</b>		-3.938	-24.253	-15.677	kN/m

Plocha průřezu trouby	A <sub>R</sub>	0.05	m <sup>2</sup>
Průřezový modul trouby	W <sub>R</sub>	0.000368	m <sup>3</sup>

### Posouzení napětí pro daný typ uložení

		Vrchol trouby	Bok trouby	Dno trouby	
Napětí na vnitřním líci trouby	δ <sub>i</sub>	3.15	-3.78	2.42	N/mm <sup>2</sup>
Napětí na vnějším líci trouby	δ <sub>a</sub>	-2.89	2.32	-2.72	N/mm <sup>2</sup>
Spolehlivost na vnitřním líci trouby	γ	5.71	-4.77	7.44	
Spolehlivost na vnějším líci trouby	γ	-6.22	7.77	-6.61	

### 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	55.94	kN/m <sup>2</sup>
-------------------------	--------	-------	-------------------

### Posouzení dynamického napětí pro daný typ uložení

		Vrchol trouby	Bok trouby	Dno trouby	
Napětí na vnitřním líci trouby	δ <sub>i</sub>	1.93	-2.20	1.48	N/mm <sup>2</sup>
Napětí na vnějším líci trouby	δ <sub>a</sub>	-1.68	1.41	-1.56	N/mm <sup>2</sup>

### 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 <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	vorh γ	N/mm <sup>2</sup>	vorh γ
2.00	<b>BA120 (beton)</b>	55.94	51.91	3.15	<b>5.71</b>	1.93	6.64

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 <sup>2</sup>
Úhel vnitřního tření mezi výkopem a zásypem	δ	8.33	°
Redukční součinitel pro teorii síla	K	0.89	[-]
Součinitel zemního tlaku	K <sub>2</sub>	0.50	[-]
Redukční součinitel	α <sub>B</sub>	0.86	[-]
Redukovaný modul přetvářnosti ( pružnosti )	E <sub>2</sub>	2.58	N/mm <sup>2</sup>
Relativní efektivní vyložení	a'	0.93	[-]
Max. součinitel koncentrace	max λ	1.60	[-]
Součinitel deformace	K'	0.93	[-]
Součinitel tlaku v uložení	K*	0.00	[-]
Tuhost systému	V <sub>RB</sub>	26.37	[-]
Vertikální únosnost uložení	S <sub>Bv</sub>	2.15	N/mm <sup>2</sup>
Horizontální únosnost uložení	S <sub>Bh</sub>	1.49	N/mm <sup>2</sup>
Redukční součinitel vodorovné únosnosti uložení	ζ	0.96	[-]
Součinitel modulu přetvářnosti podloží	Δf	1.44	[-]
Součinitel koncentrace nad potrubím	λ <sub>R</sub>	1.60	[-]
Součinitel koncentrace ve výkopu	λ <sub>RG</sub>	1.47	[-]
Součinitel koncentrace na boku potrubí	λ <sub>B</sub>	0.80	[-]
Zatížení dopravou	Kolejová doprava vícekolejové		[-]
Napětí v zemině od dopravního zatížení	p <sub>v</sub>	48.10	kN/m <sup>2</sup>
Svislé napětí v podloží	q <sub>v</sub>	116.55	kN/m <sup>2</sup>
Vodorovné napětí v podloží	q <sub>h</sub>	21.06	kN/m <sup>2</sup>

## Bemessung Tragfähigkeitsnachweis

totF		57.35	
Y (výsledný součinitel spolehlivosti)		3.49	> 2,2

# STATICKÝ VÝPOČET PRO OTEVŘENÝ VÝKOP

## KAMENINOVÉ TROUBY FIRMY STEINZEUG-KERAMO

### Vnitřní síly

Místo		Scheitel	Kämpfer	Sohle	
Ohybové momenty od :					
vertikálního zatížení	M <sub>qv</sub>	1.385	-1.385	1.166	kNm/m
bočního zemního tlaku	M <sub>qh</sub>	-0.242	0.238	-0.195	kNm/m
vlastní tíhy	M <sub>g</sub>	0.016	-0.019	0.015	kNm/m
náplně	M <sub>w</sub>	0.017	-0.020	0.016	kNm/m
<b>Výsledný ohybový moment od :</b>		1.176	-1.186	1.001	kNm/m
normálových sil					
vertikální zatížení	N <sub>qv</sub>	-0.519	-25.933	-14.471	kN/m
bočního zemního tlaku	N <sub>qh</sub>	-4.499	0.000	-2.530	kN/m
vlastní tíhy	N <sub>g</sub>	0.024	-0.361	-0.441	kN/m
náplně	N <sub>w</sub>	0.273	0.106	0.268	kN/m
<b>Výsledné normálové síly</b>		-4.720	-26.188	-17.175	kN/m

Plocha průřezu trouby	A <sub>R</sub>	0.05	m <sup>2</sup>
Průřezový modul trouby	W <sub>R</sub>	0.000368	m <sup>3</sup>

### Posouzení napětí pro daný typ uložení

		Scheitel	Kämpfer	Sohle	
Napětí na vnitřním líci trouby	δ <sub>i</sub>	3.32	-4.00	2.55	N/mm <sup>2</sup>
Napětí na vnějším líci trouby	δ <sub>a</sub>	-3.07	2.44	-2.89	N/mm <sup>2</sup>
Spolehlivost na vnitřním líci trouby	γ	5.42	-4.50	7.07	
Spolehlivost na vnějším líci trouby	γ	-5.86	7.39	-6.22	

### 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 <sub>v</sub>	48.10	kN/m <sup>2</sup>
-------------------------	--------------------	-------	-------------------

### Posouzení dynamického napětí pro daný typ uložení

		Scheitel	Kämpfer	Sohle	
Napětí na vnitřním líci trouby	δ <sub>i</sub>	1.66	-1.89	1.27	N/mm <sup>2</sup>
Napětí na vnějším líci trouby	δ <sub>a</sub>	-1.45	1.22	-1.34	N/mm <sup>2</sup>

### 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 <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	vorh γ	N/mm <sup>2</sup>	vorh γ
2.60	<b>BA120 (beton)</b>	48.10	68.46	3.32	<b>5.42</b>	1.66	7.73

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 $\sigma$
m od - do	úhel -	kN/m <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	vorh $\gamma$	N/mm <sup>2</sup>	stav $\gamma$
2.00	BA120 (beton)	55.94	51.91	3.15	5.71	1.93	6.64
2.60	BA120 (beton)	48.10	68.46	3.32	5.42	1.66	7.73

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.*