

Objednatel	Akce	Část	Stupeň	Č. složky
Odbor investic magistrátu Plzně	Silniční okruh kolem Plzně, SO 1502 a 1505	Statické posouzení	dUR	

## STATICKÉ POSOUZENÍ CHRÁNIČEK PLYNOVÉHO POTRUBÍ

Rev. 0

### Silniční okruh kolem Plzně, úsek Křimická (Chebská) – Karlovarská v Plzni SO 1502 a 1505

12/2018

Ing. Jan Tomek, autorizovaný inženýr v oboru statika a dynamika staveb  
AI ČKAIT 0013923

PARS building sro Havlovská 1284/3, 160 00 Praha 6		e-mail	Odpovědný inženýr	datum	str 1/25
		tomek@pars.cz	Ing. Jaromír Tomek	12/2018	

IČO 41191285 - společnost je zapsána v Obchodním rejstříku vedeném Krajským obchodním soudem v Praze, oddíl C, vložka 3268

Objednatel	Akce	Část	Stupeň	Č. složky
Odbor investic magistrátu Plzně	Silniční okruh kolem Plzně, SO 1502 a 1505	Statické posouzení	dUR	

## Závěr

Na základě statického posouzení bylo ověřeno základní koncepční řešení návrhu nosné konstrukce chrániček VTL potrubí uvedené v projektu. Chráničky TR 356x9 z oceli L 360NB/MB vyhovují bez úprav.

Správné provedení zásypu zaručuje správnou funkci chráničky a příznivě ovlivňuje stabilitu příčného řezu. Specifikace zásypu musí být součástí realizační dokumentace a jeho hutnění provedeno pečlivě a za kvalifikovaného dozoru.


V tomto stupni nejsou známa přesná data o vlastnostech zeminy, její interakci s chráničkou, o bezprostředním okolí uložení chráničky, o procesu výstavby, provádění, o použití stavební techniky atd.

Z posouzení vyplývá, že návrh je proveditelný a při dodržení zde uvedených podmínek lze dosáhnout potřebné mechanické odolnosti i stability konstrukce.

Tento posudek byl vypracován pro dokumentaci pro územní rozhodnutí. Okrajové podmínky viz kapitola „Výpočtový model“. Výpočet dokládá proveditelnost, není určen pro realizaci. U dalších stupňů postupovat podle SZ a jeho prováděcích vyhlášek v souladu s konkrétními podmínkami vyplývajícími z místa stavby, provozu a provádění.

V Praze dne 5.12.2018

Ing. Jan Tomek


PARS building sro Havlovská 1284/3, 160 00 Praha 6		e-mail	Odpovědný inženýr	datum	str
		tomek@pars.cz	Ing. Jaromír Tomek	12/2018	2/25

IČO 41191285 - společnost je zapsána v Obchodním rejstříku vedeném Krajským obchodním soudem v Praze, oddíl C, vložka 3268

Objednatel	Akce	Část	Stupeň	Č. složky
Odbor investic magistrátu Plzně	Silniční okruh kolem Plzně, SO 1502 a 1505	Statické posouzení	dUR	

## Obsah

Závěr .....	2
Identifikační údaje stavby.....	4
Řešené stavební objekty: .....	4
Normy a ostatní dokumenty vztahující se k výpočtu .....	4
Obsah posouzení .....	5
Základní požadavky na posuzované konstrukce .....	5
Kritéria pro posouzení .....	5
Metodika výpočtu .....	5
Obecné předpoklady posudku .....	7
Předpis TPG 702 07: .....	7
Soupis vlivů zahrnutých do posudku: .....	9
Rozbor zatížení .....	11
Vlastní hmotnost .....	11
Nahodilé zatížení – zatížení silniční dopravou .....	11
Posudek SO 1502 a 1505 .....	14
Závěr .....	25

PARS building sro Havlovská 1284/3, 160 00 Praha 6		e-mail	Odpovědný inženýr	datum	str 3/25
		tomek@pars.cz	Ing. Jaromír Tomek	12/2018	

IČO 41191285 - společnost je zapsána v Obchodním rejstříku vedeném Krajským obchodním soudem v Praze, oddíl C, vložka 3268

Objednatel	Akce	Část	Stupeň	Č. složky
Odbor investic magistrátu Plzně	Silniční okruh kolem Plzně, SO 1502 a 1505	Statické posouzení	dUR	

## Identifikační údaje stavby

Stupeň dokumentace: projektová dokumentace pro územní rozhodnutí (dÚR)

Název stavby: Silniční okruh kolem Plzně, úsek Křimická (Chebská) – Karlovarská v Plzni, So 1502 a 1505

Místo stavby: Plzeň, stavba spadá do území města Plzně

Stavebník (investor): Odbor investic magistrátu Plzně, Jagellonská 8, 306 32 Plzeň

Generální projektant: PGP / VALBEK – MO Křimická, tj.

PRAGOPROJEKT a.s., K Ryšánce 1668/16, 147 54, Praha 4

Valbek, Vaňurova 505/17, 460 01 Liberec

Projektant přeložky plynovodů: Projektová kancelář Antonín Truhlář, Mnichovická 715/12, 149 00, Praha 4:

IČ : 13148478, ČKAIT 0008773.

Projektant této části (statického posudku): PARS building, sro, IČO 41191285, www.pars.cz

Sídlo firmy: Havlovská 1284/3, 160 00 Praha 6

Kancelář: Křenova 7, 169 00 Praha 6, +420 222 265 251

Společnost je zapsána v OR vedeném KOS v Praze, odd. C, vl. 3268.

Odpovědný projektant: Ing. Jaromír Tomek, autorizovaný inženýr

a dynamiku staveb, ČKAIT 0003924, tomek@pars.cz,

Vypracoval: Ing. Jan Tomek



pro pozemní stavby, statiku



## Řešené stavební objekty:

SO 1502 – Přeložka přepravního VTL plynovodu DN 200

SO 1505 – Přeložka přepravního VTL plynovodu DN 200

## Normy a ostatní dokumenty vztahující se k výpočtu

ČSN EN 1990	Zásady navrhování
ČSN EN 1991-1-1	Zatížení konstrukcí – část 1-1: Obecná zatížení- Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb
ČSN EN 1991-1-7	Zatížení konstrukcí – část 1-7: Obecná zatížení – Mimořádná zatížení
ČSN EN 1991-2	Zatížení konstrukcí – část 2: Zatížení mostů dopravou
ČSN EN 1993-1-1	Navrhování ocelových konstrukcí- část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
ČSN EN 1993-1-6	Navrhování ocelových konstrukcí- část 1-6: Pevnost a stabilita skořepinových konstrukcí
ČSN EN 1994-1	Navrhování spřažených ocelobetonových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
ČSN EN 1997-1	Navrhování geotechnických konstrukcí – část 1: Obecná pravidla
ČSN EN 1090-2	Provádění ocelových konstrukcí a hliníkových konstrukcí - část 2: Technické požadavky na ocelové konstrukce
ČSN 73 0037	Zemní tlak na stavební konstrukce
ČSN EN 13480-3	Kovová průmyslová potrubí – Část 3: Konstrukce a výpočet
TPG 702 07	Výpočet únosnosti chrániček a ochranných trubek plynovodního potrubí
TNV 75 0211	Navrhování vodovodního a kanalizačního potrubí uloženého v zemi – statický výpočet
TP 170	Navrhování vozovek pozemních komunikací
OTP	pro železobetonové trouby propustků / SŽDC S 16745/12-OTH
GDID_TX_G08_02_03	Zásady pro projektování, výstavbu, rekonstrukce a opravy VTTL plynovodů a přípojek do 40 bar

PARS building sro Havlovská 1284/3, 160 00 Praha 6		e-mail tomek@pars.cz	Odpovědný inženýr Ing. Jaromír Tomek	datum 12/2018	str 4/25
---	--	-------------------------	---	------------------	-------------

IČO 41191285 - společnost je zapsána v Obchodním rejstříku vedeném Krajským obchodním soudem v Praze, oddíl C, vložka 3268

Objednatel	Akce	Část	Stupeň	Č. složky
Odbor investic magistrátu Plzně	Silniční okruh kolem Plzně, SO 1502 a 1505	Statické posouzení	dUR	

TP\_T01\_01\_03 Zásady pro projektování, výstavbu, rekonstrukce a opravy VTTL plynovodů a přípojek do 100 bar

Pozn. k TPG 702 07: Ačkoliv tento předpis platí od 1.9.2017, nezdá se být zcela harmonizován s EN normami. V některých partiích se odkazuje na dnes již neplatné normy. V případě nesrovnalostí tam, kde to bylo možné a bylo na straně bezpečné, přednost byla po formální stránce dána EN předpisům. Vnitřní síly byly stanoveny v souladu s pravidly mechaniky s využitím MKP pro podélný i příčný směr.

## Obsah posouzení

Obsahem posouzení je ověření základního koncepčního řešení nosné konstrukce podle předpisu TPG 702 07 (Výpočet únosnosti chrániček a ochranných trubek plynovodního potrubí) ve smyslu vyhlášky č. 499/2006 Sb. ve znění pozdějších úprav.

Posouzení se týká následných stavebních objektů:  
SO 1502 – Přeložka přepravního VTL plynovodu DN 200  
SO 1505 – Přeložka přepravního VTL plynovodu DN 200

## Základní požadavky na posuzované konstrukce

Platí požadavky uvedené v normách pro ocelové konstrukce a ocelobetonové konstrukce. Výrobní skupina EXC 2.

## Kritéria pro posouzení

ULS – pevnost – 1. Mezní stav  
SLS – použitelnost – 2. Mezní stav

Z hlediska ULS rozhoduje pevnost a stabilita ocelové konstrukce, respektive spojujících komponentů. Z hlediska SLS rozhoduje maximální deformace konstrukce, vlastní frekvence a vlastní tvary konstrukce.

## Metodika výpočtu

Jedná se o metodu dílčích součinitelů.

Ve výpočtu byly uvažovány následující součinitele:

Součinitel stálého zatížení  $\gamma_G = 1.35$   
Součinitel proměnného zatížení  $\gamma_Q = 1.50$


Způsob posuzování: Zatížení je přenásobeno příslušnými součiniteli zatížení podle kombinační tabulky a vlastnosti materiálu jsou poděleny příslušnými součiniteli materiálu. Posouzení je provedeno ověřením, že návrhová hodnota únosnosti materiálu je vyšší než návrhová hodnota zatížení.

Kombinace zatížení pro trvalé a dočasné návrhové situace: (ČSN EN 1990, 6.10)

$$E_d = \sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i \geq 2} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Kombinace zatížení pro mezní stavy použitelnosti: (ČSN EN 1990, 6.16b)

$$E_d = \sum_{j \geq 1} \gamma_{G,i} G_{k,i} + \sum_{i \geq 2} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

PARS building sro Havlovská 1284/3, 160 00 Praha 6		e-mail tomek@pars.cz	Odpovědný inženýr Ing. Jaromír Tomek	datum 12/2018	str 5/25
---	---	-------------------------	---	------------------	-------------

Objednatel	Akce	Část	Stupeň	Č. složky
Odbor investic magistrátu Plzně	Silniční okruh kolem Plzně, SO 1502 a 1505	Statické posouzení	dUR	

Posouzení: (ČSN EN 1990, 6.6c)

$$E_d \leq R_d = \frac{R_k}{\gamma_M}$$

Kde:  $E$  je hodnota zatížení,  $G$  je vlastní tíha,  $Q$  je proměnné zatížení,  $\gamma_G$  a  $\gamma_Q$  jsou příslušné součinitele zatížení,  $\gamma_M$  je součinitel materiálu,  $\psi$  je příslušný kombinační součinitel a  $R$  je odolnost konstrukce. Index  $d$  značí návrhovou hodnotu, index  $k$  hodnotu charakteristickou.

### Uvažované materiály

Ocel:

Označení	Norma	Mez kluzu $f_y$ [MPa]	Mez pevnosti $f_u$ [MPa]	Mezní přetvoření $\varepsilon$ [-]	Houževnatost [J/°C]	Youngův modul pružnosti $E$ [MPa]	Objemová hmotnost $\gamma_S$ [kg/m <sup>3</sup> ]
L 360 NB/MB	ČSN EN 10208-2	360	460	0.20	40	210 000	7 850

Zemina:

Druh zeminy	Popis	Modul deformace $E_0$ [MPa]	Soudržnost zeminy $c_z$ [N/mm <sup>2</sup> ]	Úhel vnitřního tření $\varphi_z$ [°]	Objemová hmotnost $\gamma_Z$ [kg/m <sup>3</sup> ]
S-M	hlinito-písčitá	15	0.06	30	1 800

Uvedené hodnoty jsou uvažovány pro nezhuťnou zeminu. Pro zhuťnou zeminu je uvažován Modul přetvárnosti z druhého zatěžovacího cyklu  $E_{def,2} = 30$  MPa. Objemová hmotnost zhuťné zeminy je uvažována  $\gamma_Z = 2\,200$  kg/m<sup>3</sup>.

PARS building sro Havlovská 1284/3, 160 00 Praha 6		e-mail	Odpovědný inženýr	datum	str 6/25
		tomek@pars.cz	Ing. Jaromír Tomek	12/2018	

IČO 41191285 - společnost je zapsána v Obchodním rejstříku vedeném Krajským obchodním soudem v Praze, oddíl C, vložka 3268

Objednatel	Akce	Část	Stupeň	Č. složky
Odbor investic magistrátu Plzně	Silniční okruh kolem Plzně, SO 1502 a 1505	Statické posouzení	dUR	

## Obecné předpoklady posudku

### Předpis TPG 702 07:


Ačkoliv je požadavek dodržet pro posudek předpis TPG 702 07, nelze pominout skutečnost že:

1. Předpis není harmonizován s prostředím ČSN, resp. ČSN EN.
2. Předpis nespecifikuje, jak stanovit délku (L) u dlouhých chrániček (u kterých je  $n \ll L$ )
3. Předpis obsahuje zjevně chybné vzorce.

K předpisu TPG 702 07 bylo proto v posudku přistoupeno takto:

1. Kapitola (2) - Názvosloví a značky byly respektovány
2. Kapitola (3) – Obecné. Vzorce uvedené v dokumentu, pokud odporují stavu vědeckých a technických poznatků, byly nahrazeny v souladu se stavební mechanikou takovými, které poskytují výsledky na straně bezpečné. Výsledky byly kontrolovány metodou konečných prvků s přihlédnutím k poznatkům uvedeným v odborné literatuře.
3. Kapitola (4) – Technické požadavky byly respektovány.
4. Kapitola (5) – Statický model chráničky se respektuje.
5. Kapitola (6) - Zatížení chrániček se respektuje
6. Kapitola (7) – Stanovení aktivních sil se v obecné rovině respektuje vyjma: a) Zatížení nadloží zeminou (7.1.3.1) bylo na straně bezpečné nahrazeno Zemním tlakem na zasypané konstrukce pro Potrubí, podle platné ČSN 73 0037 (čl. 135 až 143). b) Nahodilé zatížení – účinek silničních vozidel (7.2.1) byl na straně bezpečné nahrazen Zatížením silniční dopravou podle kapitoly 4 ČSN EN 1991-2 a NA. c) Účinek železničních vlaků byl na straně bezpečné nahrazen Modelem zatížení pro železniční dopravu „model 71“ dle ČSN EN 1991-2. Součinitele zatížení a kombinace zatížení podle ČSN EN 1990. Pro stanovení napětí pod osamělou silou (silami) v zemině v úrovni chráničky se respektuje model Bussinesq. Konstrukce se posuzuje v příčném řezu jako tuhá, tj. uvažuje se zatížení zemním tlakem v klidu \*1).
7. Kapitola (8) – Výpočet pasivních horizontálních sil se v obecné rovině respektuje. V tomto stupni projektu není možné pasivní tlaky stanovit, na straně bezpečné se s nimi neuvažuje.
8. Kapitola (9) – Výpočet příčných ohybových momentů na kruhovém prstenci v obecné rovině se respektuje. Hodnoty pro jednotlivé případy byly stanoveny pomocí MKP pro příslušné úhly rozevření a zatížení podle bodu 6, se součiniteli zatížení podle ČSN EN 1990.
9. Výpočet napětí na kruhovém prstenci (10) – Vzorec pro napětí je chybný, napětí bylo stanoveno v souladu se stavební mechanikou.
10. Výpočet napětí od průhybu chráničky na pružném podloží (11) – pro dlouhé chráničky nelze použít, obsahují i chybné vzorce. Výpočet byl v celém rozsahu proveden na straně bezpečné v souladu se stavební mechanikou. Výsledky byly kontrolovány MKP.
11. Výsledné napětí a jeho přípustná velikost (12) – respektuje se.
12. Závěrečná ustanovení (13) – Výpočet, ačkoliv v jednotlivých kapitolách posupuje odchylně, byl proveden tak, aby výsledky byly vždy na straně bezpečné a v souladu s platnými normami prostředí ČSN, resp. ČSN EN.

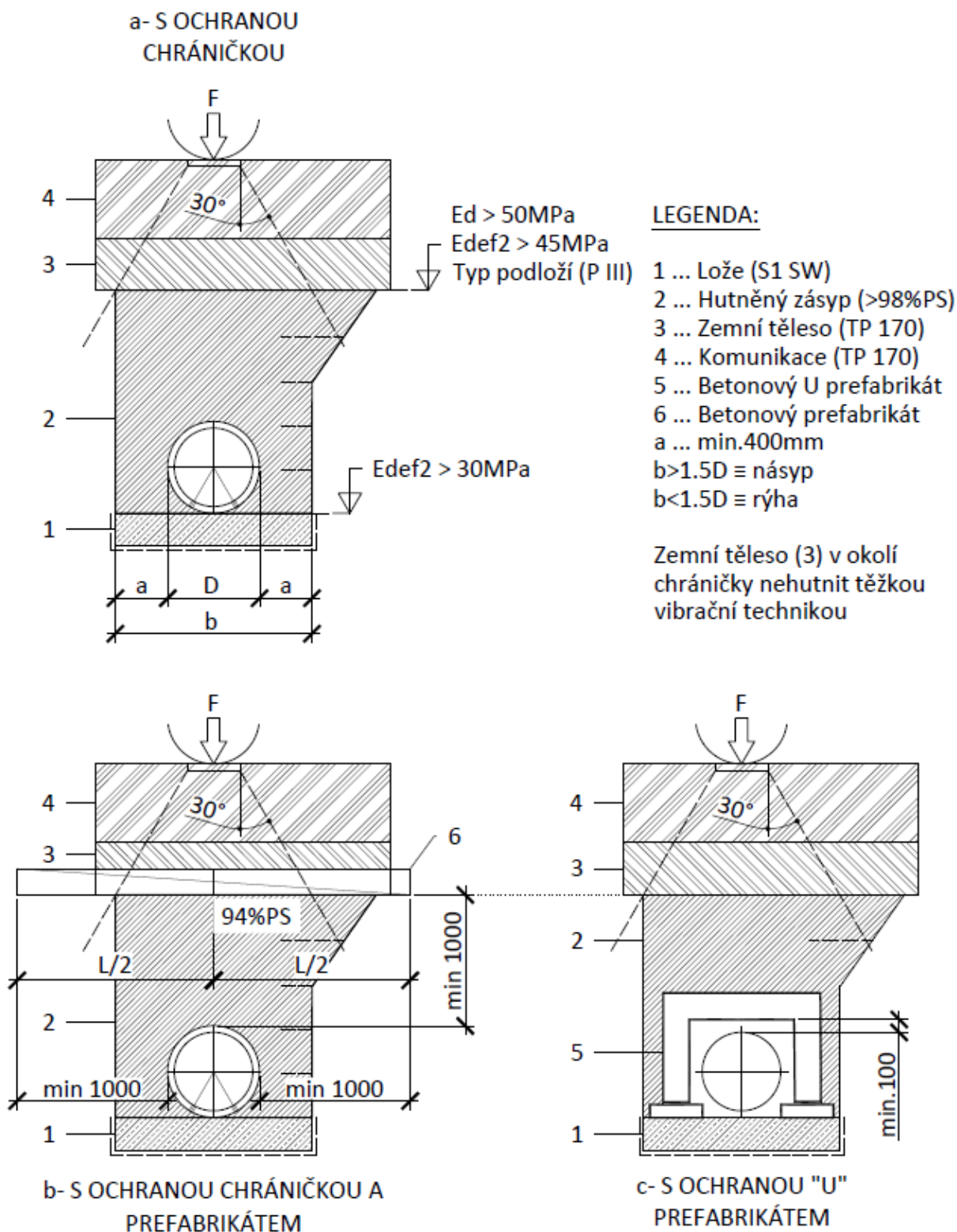
\*1) Pozn.: Chráničku je možné řešit a) jako příčně tuhou, nebo b) jako příčně poddajnou. Příkladem tuhých chrániček jsou ocelové tlustostěnné trubky, betonové U prefabrikáty, kompozitní dvouplášťové trouby z oceli a betonu. Příkladem poddajných chrániček jsou plechové vlnovce, resp. polymerové komůrkové tvarovky, které vyžadují zapojení zeminy obklopující troubu do vzájemného spolupůsobení, čímž snižují zatížení přenášené samotnou troubou. Preferuje se příčně tuhé řešení (a), tj. takové řešení, které umožňuje snadné zasunutí plynového potrubí a jeho vycentrování a které lokálně nezhoršuje únosnost pláně, resp. přetvárných vlastností.


PARS building sro Havlovská 1284/3, 160 00 Praha 6		e-mail tomek@pars.cz	Odpovědný inženýr Ing. Jaromír Tomek	datum 12/2018	str 7/25
---	---	-------------------------	---	------------------	-------------

IČO 41191285 - společnost je zapsána v Obchodním rejstříku vedeném Krajským obchodním soudem v Praze, oddíl C, vložka 3268

Objednatel	Akce	Část	Stupeň	Č. složky
Odbor investic magistrátu Plzně	Silniční okruh kolem Plzně, SO 1502 a 1505	Statické posouzení	dUR	

Obrázky k výše uvedenému:



PARS building sro Havlovská 1284/3, 160 00 Praha 6		e-mail tomek@pars.cz	Odpovědný inženýr Ing. Jaromír Tomek	datum 12/2018	str 8/25
---	---	-------------------------	---	------------------	-------------

IČO 41191285 - společnost je zapsána v Obchodním rejstříku vedeném Krajským obchodním soudem v Praze, oddíl C, vložka 3268



Objednatel	Akce	Část	Stupeň	Č. složky
Odbor investic magistrátu Plzně	Silniční okruh kolem Plzně, SO 1502 a 1505	Statické posouzení	dUR	

### Soupis vlivů zahrnutých do posudku:

#### a) Směr podélný

1. Nosník na pružném podkladě (zatížení nápravami a pruhem š. 3m)
2. Zakřivení potrubí mající původ v zemině (poloměr zakřivení  $R = 12\text{km}$ , pol. 1) - obr.2
3. Uložení potrubí ve spádu (podle návrhu, polovina délky je zatížena zeminou ve spádu) - obr.1
4. Změna teploty [konzervativně  $\sigma = E \cdot \alpha \cdot \Delta T$ ] ... ( $\Delta = \pm 15^\circ$ ).

Průřezové charakteristiky chráničky se uvažují podle třídy průřezu. Pro uvážení vlivu přetváření okolní zeminy z globálního pohledu neexistuje normativní postup, bylo nahrazeno odhadem zakřivení. Pro stanovení napětí z přetvoření byl zvolen vzorec 4. Nelze pominout skutečnost, že hodnota napětí může být i větší v závislosti okrajových podmínkách (viz. obr.2).

#### b) Směr příčný

5. Tlak v potrubí ( $\sigma = p \cdot D / (2 \cdot t)$ ). U chráničky se uvažuje  $\sigma = 0 \text{ Bar}$
6. 7. Zatížení zeminou, i dopravou v příčném směru (pro maximální hodnoty zatížení tlaku v klidu)

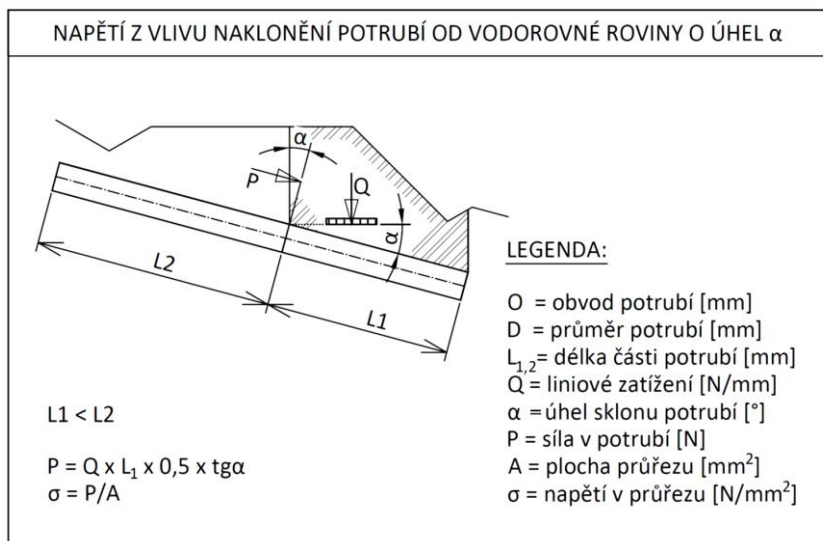
U ocelových chrániček se uvažují plastické průřezové charakteristiky, u kompozitních chrániček elastické, přepočtené na ideální průřez.

8. Deformace příčného řezu ( $\% = \delta / D$ ) je stanovena ze zatížení zeminou i dopravou v příčném směru. Je parametrem pro posouzení tuhosti příčného řezu z hlediska ochrany trubky.

#### c) Ostatní vlivy

U ostatních vlivů se uvažuje, že nepřesahují v součtu 10% a jsou pokryté na straně zatížení součiniteli zatížení. V dalším stupni je nutné prověřit veškerá data vstupující do výpočtu tak, aby byla v souladu s navrhovaným, resp. realizovaným, řešením. Zemní tlak na zasypané potrubí je možné stanovit individuálně na základě analýzy kinematicky i staticky přípustného pole přetvoření přilehlé zeminy. Přitom je nutné přihlídnout k přetvárným možnostem potrubí, smykové pevnosti zeminy obklopující potrubí, podmínkám uložení potrubí, časově proměnnému přetváření potrubí, tvarovým nepřesnostem potrubí apod.

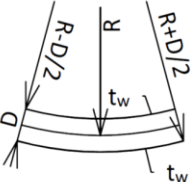
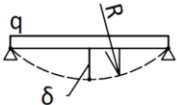
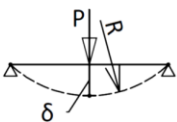
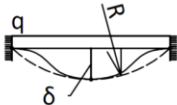
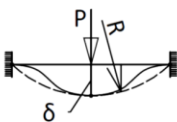
Obr.1



PARS building sro Havlovská 1284/3, 160 00 Praha 6		e-mail tomek@pars.cz	Odpovědný inženýr Ing. Jaromír Tomek	datum 12/2018	str 9/25
---	--	-------------------------	---	------------------	-------------

Objednatel	Akce	Část	Stupeň	Č. složky
Odbor investic magistrátu Plzně	Silniční okruh kolem Plzně, SO 1502 a 1505	Statické posouzení	dUR	

Obr. 2

NAPĚTÍ PODLE ZAKŘIVENÍ		LEGENDA:
1	 $\sigma = 1/2 \times E \times D / R$	1 - oblouk 2 - prostý n.(q) 3 - prostý n.(P) 4 - vetknutý n.(q) 5 - vetknutý n.(P)
2	 $\sigma \approx 3/5 \times E \times D / R$	E = modul pružnosti D = vnější průměr R = poloměr zakřivení $R \approx 1/8 \times L^2 / \delta$ L = rozpětí $\delta$ = průhyb
3	 $\sigma \approx 3/4 \times E \times D / R$	
4	 $\sigma \approx 1 \times E \times D / R$	
5	 $\sigma \approx 3/2 \times E \times D / R$	

Převzato z ČSN 73 0039 (pouze pro informaci, norma není platná)

Tab. 1. 7. Skupiny stavenišť na poddolovaném území podle zadaných parametrů přetvoření terénu dle ČSN 70039				
Tab. 4 z ČSN 73 0039:				
Skupiny stavenišť na poddolovaném území podle zadaných parametrů přetvoření terénu				
Řádek	Skupina stavenišť	Parametr přetvoření terénu		
		Vodorovné poměrné přetvoření e	Poloměr zakřivení R v km	Naklonění i v rad <sup>2)</sup>
1	I <sup>1)</sup>	$e > 7 \cdot 10^{-3}$	$R < 3$	$i > 10 \cdot 10^{-3}$
2	II	$7 \cdot 10^{-3} > e > 5 \cdot 10^{-3}$	$3 < R < 7$	$10 \cdot 10^{-3} > i > 8 \cdot 10^{-3}$
3	III	$5 \cdot 10^{-3} > e > 3 \cdot 10^{-3}$	$7 < R < 12$	$8 \cdot 10^{-3} > i > 5 \cdot 10^{-3}$
4	IV	$3 \cdot 10^{-3} > e > 10^{-3}$	$12 < R < 20$	$5 \cdot 10^{-3} > i > 2 \cdot 10^{-3}$
5	V	$10^{-3}$ a méně	20 a více	$2 \cdot 10^{-3}$ a méně

<sup>1)</sup> Do skupiny I patří i staveniště s předpokládaným výskytem nespojitých přetvoření terénu ... Terénní stupně a vlny o výšce menší než 100 mm a trhliny o šířce menší než 100 mm se zařadí do skupiny stavenišť II. O zařazení staveniště podle tab. 1 rozhoduje nejméně příznivá hodnota parametru přetvoření terénu.


**Vodorovné poměrné přetvoření terénu e** - poměrná délková změna části poklesové kotliny ve vodorovném směru; kladná změna znamená protažení, záporná stlačení

**Poloměr zakřivení R v km** - poloměr oskulační kružnice křivosti povrchu terénu v daném bodě a svislém řezu poklesovou kotlinou

**Naklonění terénu i** – dříve denivelace – poměr rozdílu poklesů dvou bodů v poklesové kotlině k jejich vzájemné vzdálenosti.

<sup>2)</sup> V oboru praktických hodnot se dále využívá relace  $\sin i \approx \tan i \approx i$

- *objekty na staveništi skupiny V.* nevyžadují zajištění proti účinkům poddolování kromě objektů obzvláště citlivých vzhledem k zadaným parametrům přetvoření terénu podle báňských podmínek (např. podzemní objekty širší než 6 m, tlaková trubní vedení, velké nádrže apod.) ... Vždy je však nutno posoudit účinky zvýšené hladiny podzemní vody o předpokládanou hodnotu poklesu terénu.
- *na staveništích III. a IV.* Skupiny I ze zpravidla zajistit proti účinkům poddolování ekonomicky přijatelným způsobem všechny druhy objektů, ...
- *využití stavenišť I. a II. skupiny* je třeba zdůvodnit.

PARS building sro Havlovská 1284/3, 160 00 Praha 6		e-mail tomek@pars.cz	Odpovědný inženýr Ing. Jaromír Tomek	datum 12/2018	str 10/25
---	---	-------------------------	---	------------------	--------------

IČO 41191285 - společnost je zapsána v Obchodním rejstříku vedeném Krajským obchodním soudem v Praze, oddíl C, vložka 3268

Objednatel	Akce	Část	Stupeň	Č. složky
Odbor investic magistrátu Plzně	Silniční okruh kolem Plzně, SO 1502 a 1505	Statické posouzení	dUR	

## Rozbor zatížení

### Vlastní hmotnost

Ocel	7 850 kg/m <sup>3</sup>
Beton	2 300 kg/m <sup>3</sup>
Nezhutněná zemina	1 800 kg/m <sup>3</sup>
Zhutněná zemina	2 200 kg/m <sup>3</sup>
Potrubí plynovodu	1 000 kg/m <sup>3</sup> (potrubí je uvažováno vyplněné vodou)
Skladba komunikace	2 200 kg/m <sup>3</sup>
Železniční svršek	2 200 kg/m <sup>3</sup> (včetně prahů a kolejí)
Opěrná stěna	2 200 kg/m <sup>3</sup>

Pro veškeré stálé zatížení je uvažována šířka chráničky. Z hlediska návrhu na straně bezpečné není uvažováno spolupůsobení zeminy v zasypaném výkopu s okolní zeminou.

Uvažovaný součinitel zatížení pro návrhové situace  $\gamma_G = 1.35$ .

### Nahodilé zatížení – zatížení silniční dopravou


Zatížení silniční dopravou respektuje ČSN EN 1991-2 (Zatížení konstrukcí – Část 2: Zatížení dopravou). Vzhledem k řešené délce pozemní komunikace < 200 m platí zatížení uvedené v této normě. Modely a související pravidla zahrnují všechny běžně předvídatelné dopravní situace, které je třeba uvažovat při návrhu (ČSN EN 1991-2 4.1 (2)).

Účinky zatížení od provádění a staveništního provozu nejsou zahrnuty a musí být stanoveny a posouzeny v dalším stupni dokumentace na základě dostupných údajů dodaných stavitelem.

Rozdělení vozovky do zatěžovacích pruhů:

Šířka vozovky $w$	Počet zatěžovacích pruhů	Šířka zatěžovacího pruhu $w_l$	Šířka zbývající plochy
$w < 5,4 \text{ m}$	$n_l = 1$	3 m	$w - 3 \text{ m}$
$5,4 \text{ m} \leq w < 6 \text{ m}$	$n_l = 2$	$\frac{w}{2}$	0
$6 \text{ m} \leq w$	$n_l = \text{Int} \left( \frac{w}{3} \right)$	3 m	$w - 3 \times n_l$
POZNÁMKA Např. pro šířku vozovky 11 m, $n_l = \text{Int} \left( \frac{11}{3} \right) = 3$ , šířka zbývající plochy je $11 - 3 \times 3 = 2 \text{ m}$ .			

V případě, že jsou části vozovky odděleny trvalým silničním pásem, jsou obě části rozděleny do samostatných zatěžovacích pruhů.

PARS building sro Havlovská 1284/3, 160 00 Praha 6		e-mail tomek@pars.cz	Odpovědný inženýr Ing. Jaromír Tomek	datum 12/2018	str 11/25
---	---	-------------------------	---	------------------	--------------

IČO 41191285 - společnost je zapsána v Obchodním rejstříku vedeném Krajským obchodním soudem v Praze, oddíl C, vložka 3268

Objednatel	Akce	Část	Stupeň	Č. složky
Odbor investic magistrátu Plzně	Silniční okruh kolem Plzně, SO 1502 a 1505	Statické posouzení	dUR	

Umístění a číslování zatěžovacích pruhů:



#### Legenda

w šířka vozovky

$w_l$  šířka zatěžovacího pruhu

1 zatěžovací pruh č. 1

2 zatěžovací pruh č. 2

3 zatěžovací pruh č. 3

4 zbývající plocha

Pruh, který vykazuje nejméně příznivý účinek zatížení je označen číslem 1, druhý nejnejpříznivější číslem 2 atd.

Vzhledem k tomu, že je posuzováno potrubí jdoucí pod celou komunikací, pak ve smyslu (ČSN EN 1991-2 4.2.4 (5) a (6)) je použito pouze jedno číslování pro celou vozovku.

Uvažované svislé zatížení:

Pro zatížení silniční dopravou na vozovku je použit Model zatížení 1 (LM1 – ČSN EN 1991-2 4.3.2), obsahující soustředěná a rovnoměrná zatížení, která zahrnují většinu účinků dopravy osobními a nákladními vozidly

Model zatížení je rozdělen na dvě části – soustředěné zatížení od dvojnápravy a rovnoměrné zatížení o tíze na metr čtvereční. Soustředěné zatížení působí v ose zatěžovacího pruhu a každé kolo dvojnápravy vyvozuje zatížení  $0.5 \times \alpha_{Q,i} \times Q_{k,i}$  na čtvercovou kontaktní plochu o velikosti  $0.4 \times 0.4$  m. Rovnoměrné zatížení je charakterizováno jako  $\alpha_{q,i} \times q_{k,i}$ .

$Q, q$  = charakteristická hodnota zatížení včetně dynamického součinitele (ČSN EN 1991-2 4.3.2 (4))


Umístění	Dvojnáprava (TS)	Rovnoměrné zatížení (UDL)
	nápravové síly $Q_{k,i}$ [kN]	$q_{k,i}$ (nebo $q_{rk,i}$ ) [kN/m <sup>2</sup> ]
Pruh č. 1	300	9
Pruh č. 2	200	2,5
Pruh č. 3	100	2,5
Ostatní pruhy	0	2,5
Zbývající plocha ( $q_{rk}$ )	0	2,5

$\alpha$  = regulační součinitel (ČSN EN 1991-2 NA.2.12)

Skupina pozemních komunikací	$\alpha_{Q1}$	$\alpha_{Q2}$	$\alpha_{Q3}$	$\alpha_{q1}$	$\alpha_{q2}$	$\alpha_{qi} (i > 2)$ a $\alpha_{qr}$
1	1	1	1	1	2,4	1,2
2	0,8	0,8	0,8	0,45 <sup>1)</sup>	1,6	1,6

Pro uvažované komunikace platí Skupina pozemních komunikací 1.

Charakteristické hodnoty pro jednotlivé pruhy  $\alpha_{Q,i} \times Q_{k,i}$  a  $\alpha_{q,i} \times q_{k,i}$ :

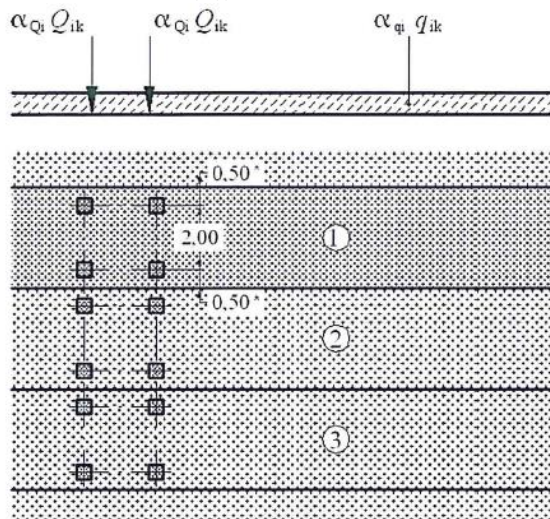
PARS building sro		e-mail	Odpovědný inženýr	datum	str
Havlovská 1284/3, 160 00 Praha 6		tomek@pars.cz	Ing. Jaromír Tomek	12/2018	12/25

IČO 41191285 - společnost je zapsána v Obchodním rejstříku vedeném Krajským obchodním soudem v Praze, oddíl C, vložka 3268

Objednatel	Akce	Část	Stupeň	Č. složky
Odbor investic magistrátu Plzně	Silniční okruh kolem Plzně, SO 1502 a 1505	Statické posouzení	dUR	

Pruh	Soustředěné zatížení $\alpha Q_{ik} \times Q_{k,i}$ [kN]	Rovnoměrné zatížení $\alpha q_{ik} \times q_{k,i}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
1	$1.0 \times 300 = 300$	$1.0 \times 9.0 = 9.0$
2	$1.0 \times 200 = 200$	$2.4 \times 2.5 = 6.0$
3	$1.0 \times 100 = 100$	$1.2 \times 2.5 = 3.0$
zbytek	$0.0 \times 0 = 0$	$1.2 \times 2.5 = 3.0$

Umístění zatížení (ČSN EN 1991-2 4.3.2 (4)):



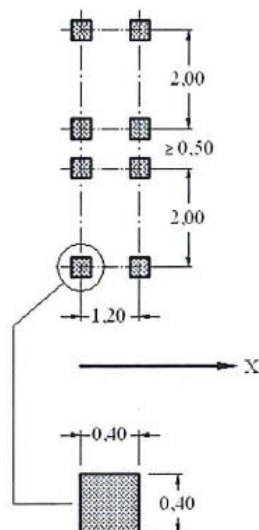
#### Legenda

(1) pruh č. 1:  $Q_{1k} = 300$  kN;  $q_{1k} = 9,0$  kN/m<sup>2</sup>

(2) pruh č. 2:  $Q_{2k} = 200$  kN;  $q_{2k} = 2,5$  kN/m<sup>2</sup>


(3) pruh č. 3:  $Q_{3k} = 100$  kN;  $q_{3k} = 2,5$  kN/m<sup>2</sup>

\* pro  $w_l = 3,00$  m



Pro roznos soustředěného zatížení v souvrstvích vozovky a komunikace je uvažován roznášecí úhel pod sklonem 30° od svislice. Vzhledem k charakteru posuzované konstrukce nejsou vodorovné účinky zatížení dopředu uvažovány.

Uvažovaný součinitel proměnného zatížení pro trvalé a dočasné návrhové situace  $\gamma_Q = 1.50$ .

PARS building sro Havlovská 1284/3, 160 00 Praha 6		e-mail tomek@pars.cz	Odpovědný inženýr Ing. Jaromír Tomek	datum 12/2018	str 13/25
---	---	-------------------------	---	------------------	--------------

IČO 41191285 - společnost je zapsána v Obchodním rejstříku vedeném Krajským obchodním soudem v Praze, oddíl C, vložka 3268




Objednatel	Akce	Část	Stupeň	Č. složky
Odbor investic magistrátu Plzně	Silniční okruh kolem Plzně, SO 1502 a 1505	Statické posouzení	dUR	

## Posudek SO 1502 a 1505

Vzhledem k podobnosti rozměrů, zatížení i provedení chrániček SO 1502 a 1505 byl posudek vypracován pro obě současně.

Průřezové charakteristiky		TR	356 x 9 L 360 NB/MB
materiál chráničky			
Modul pružnosti materiálu	E	N/mm <sup>2</sup>	210 000
Specifická hmotnost materiálu	γ	N/mm <sup>3</sup>	78.5E-6
Součinitel teplotní roztažnosti materiálu	α	1/C°	1.20E-05
Poissonův součinitel	ν		0.30
Mez kluzu materiálu	f <sub>y</sub>	N/mm <sup>2</sup>	360
Mez pevnosti materiálu	f <sub>u</sub>	N/mm <sup>2</sup>	500
Součinitel materiálu	γ <sub>M0</sub>		1.00
Vnější průměr	D	mm	356
Tloušťka stěny	t <sub>w</sub>	mm	9
Vnitřní průměr	D <sub>N</sub>	mm	338
Průměr ve střednici	D <sub>i</sub>	mm	347
Obvod průřezu (vnější průměr)	O <sub>D</sub>	mm	1 118
Obvod průřezu (ve střednici)	O <sub>Di</sub>	mm	1 090
Obvod průřezu (vnitřní průměr)	O <sub>DN</sub>	mm	1 062
Plocha průřezu	A	mm <sup>2</sup>	9.8E+3
Plocha průtočná	A <sub>DN</sub>	mm <sup>2</sup>	89.7E+3
Plocha průřezu vzdorující smyku	A <sub>v</sub>	mm <sup>2</sup>	6.2E+3
Plocha vzdorující krutu	2xΩxt <sub>w</sub>	mm <sup>3</sup>	1.7E+6
Hmotnost průřezu (zatížení)	g-ocel	N/mm	770.2E-3
Hmotnost průřezu naplněného vodou (zatížení)	g-voda	N/mm	897.3E-3
Moment setrvačnosti průřezu	I	mm <sup>4</sup>	147.8E+6
Statický moment průřezu	S	mm <sup>3</sup>	542.0E+3
Modul průřezu-elastický	W <sub>el</sub>	mm <sup>3</sup>	830.2E+3
Modul průřezu-plastický	W <sub>pl</sub>	mm <sup>3</sup>	1.1E+6
Parametr W <sub>pl</sub> /W <sub>el</sub>	α <sub>pl</sub>		1.31
Poloměr setrvačnosti	i	mm	122.7
Mezní pevnost průřezu v prostém tlaku	N <sub>pl,Rd</sub>	N	3.5E+6
Mezní elastická pevnost průřezu ve smyku	V <sub>el,Rd</sub>	N	1.0E+6
Mezní plastická pevnost průřezu ve smyku	V <sub>pl,Rd</sub>	N	1.3E+6
Mezní plastická pevnost průřezu v krutu	K <sub>pl,Rd</sub>	Nmm	353.8E+6
Mezní elastická pevnost průřezu v ohybu	M <sub>el,Rd</sub>	Nmm	298.9E+6
Mezní plastická pevnost průřezu v ohybu	M <sub>pl,Rd</sub>	Nmm	390.2E+6
Parametr štíhlosti stěny	D/t <sub>w</sub>		40
Třída průřezu podle ČSN EN 1993-1-1 (pro D/t=4→ČSN EN 1993-1-6)			2
Parametr tuhosti	E x I	Nmm <sup>2</sup>	31.0E+12
Parametr tuhosti průřezu	EI/D <sup>3</sup>	N/mm	687.8E+3
Parametr teplotní roztažnosti	Eα	Nmm <sup>2</sup>	2.52
Hydraulický poloměr	r	mm	84.5
Kritický tlak	p <sub>c</sub>	N/mm <sup>2</sup>	8.053

PARS building sro		e-mail	Odpovědný inženýr	datum	str
Havlovská 1284/3, 160 00 Praha 6		tomek@pars.cz	Ing. Jaromír Tomek	12/2018	14/25

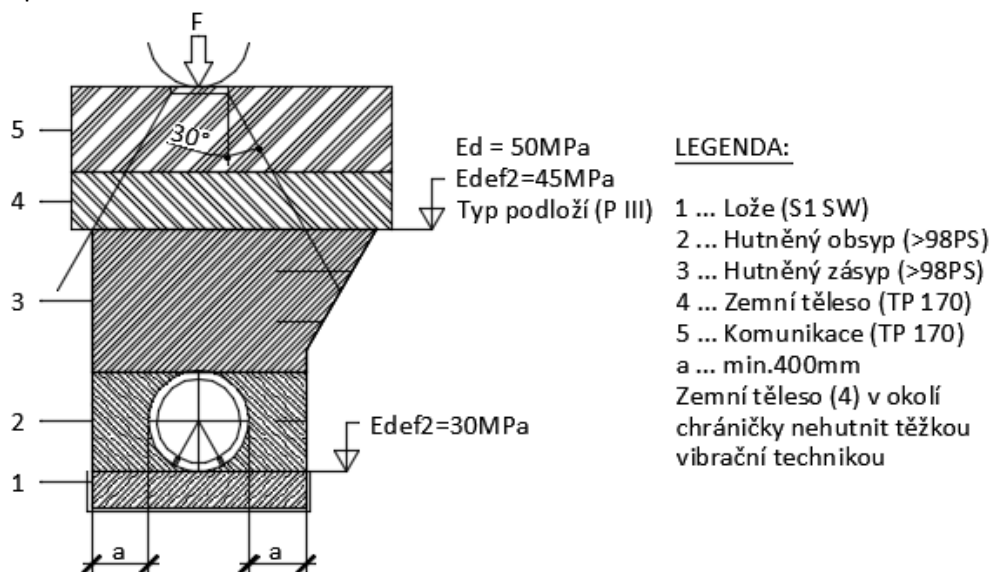
IČO 41191285 - společnost je zapsána v Obchodním rejstříku vedeném Krajským obchodním soudem v Praze, oddíl C, vložka 3268

Objednatel	Akce	Část	Stupeň	Č. složky
Odbor investic magistrátu Plzně	Silniční okruh kolem Plzně, SO 1502 a 1505	Statické posouzení	dUR	

### Zatížení zeminou


Průměr chráničky	D	356 mm	
Výška nadloží	h	1 730 mm	
		daN/m	
Specifická hmotnost zeminy	$\gamma_z$	2 000 3	20.0E-6 N/mm <sup>3</sup>
Mezera mezi potrubím a stěnou rýhy	a	400 mm	
Šířka rýhy ve vrcholu potrubí	b <sub>v</sub>	1 156 mm	
Potrubí je uloženo	(2)	v násypu	
Součinitel K <sub>zp</sub> - pro rýhu (1)	K <sub>zp</sub>	0.944	
Součinitel K <sub>zp</sub> - pro násyp (2)	K <sub>zp</sub>	1.500	
Zatížení zeminou - plošné (1)	$\sigma_{1,1}$	0.033 N/mm <sup>2</sup>	
Zatížení zeminou - liniové (1)	q <sub>1,1</sub>	11.6 N/mm	
Zatížení zeminou - plošné (2)	$\sigma_{1,2}$	0.052 N/mm <sup>2</sup>	
Zatížení zeminou - liniové (2)	q <sub>1,2</sub>	18.5 N/mm	
Zatížení - plošné ve vrcholu potrubí	$\sigma_1$	0.052 N/mm <sup>2</sup>	
Zatížení - liniové na jednotku délky potrubí	q <sub>1</sub>	18.5 N/mm	

Pozn.: Výpočet podle ČSN 73 0037



### Zatížení spojitě rovnoměrné od dopravy


Zatížení spojitě rovnoměrné od dopravy	q	900 daN/m <sup>2</sup>	0.009 N/mm <sup>2</sup>
Šířka dopravního pruhu	b	3 000 mm	
Úhel roznášení zatížení v zemině	$\phi$	26.57 °	0.5
Zatížení - plošné ve vrcholu potrubí	$\sigma_1$	0.005708 N/mm <sup>2</sup>	
Zatížení - liniové ve vrcholu potrubí	q <sub>1</sub>	2.032135 N/mm	

PARS building sro		e-mail	Odpovědný inženýr	datum	str
Havlovská 1284/3, 160 00 Praha 6		tomek@pars.cz	Ing. Jaromír Tomek	12/2018	15/25

IČO 41191285 - společnost je zapsána v Obchodním rejstříku vedeném Krajským obchodním soudem v Praze, oddíl C, vložka 3268

Objednatel	Akce	Část	Stupeň	Č. složky
Odbor investic magistrátu Plzně	Silniční okruh kolem Plzně, SO 1502 a 1505	Statické posouzení	dUR	

Zatížení od dopravy - pod nápravami												
P1	150 000	N	síla pod kolem			Poznámka:  Výpočet napětí respektuje rozdělení napětí pod osamělou silou (J.Boussinesq)						
P2	100 000	N	síla pod kolem									
z	1 730	mm	hloubka (nadloží)									
x	1 200	mm	rozvor									
y1	2 000	mm	rozchod									
y2	1 000	mm	mezera mezi nápravami									
AVG $\sigma_1$		Mpa		0.0376				0.0357				
min $\sigma_1$		Mpa		0.0341				0.0390				
max $\sigma_1$		Mpa		0.0411				0.0502				
F	150 000	150 000	150 000	150 000		bod 1	F	150 000	150 000	100 000	100 000	
z	1 730	1 730	1 730	1 730			z	1 730	1 730	1 730	1 730	
x	0	1 200	1 200	0			x	0	1 200	1 200	0	
y	0	0	2 000	2 000			y	0	0	1 000	1 000	
r	0	1 200	2 332	2 000			r	0	1 200	1 562	1 000	
R	1 730	2 105	2 904	2 644			R	1 730	2 105	2 331	1 998	
$\sigma_{1,1}$	0.0239	0.0090	0.0018	0.0029	0.0376		$\sigma_{1,1}$	0.0239	0.0090	0.0036	0.0078	0.0442
F	150 000	150 000	150 000	150 000		bod 2	F	150 000	150 000	100 000	100 000	
z	1 730	1 730	1 730	1 730			z	1 730	1 730	1 730	1 730	
x	600	600	600	600			x	600	600	600	600	
y	0	0	2 000	2 000			y	0	0	1 000	1 000	
r	600	600	2 088	2 088			r	600	600	1 166	1 166	
R	1 831	1 831	2 712	2 712			R	1 831	1 831	2 086	2 086	
$\sigma_{1,2}$	0.0180	0.0180	0.0025	0.0025	0.0411		$\sigma_{1,2}$	0.0180	0.0180	0.0063	0.0063	0.0485
F	150 000	150 000	150 000	150 000		bod 3	F	150 000	150 000	100 000	100 000	
z	1 730	1 730	1 730	1 730			z	1 730	1 730	1 730	1 730	
x	600	600	600	600			x	600	600	600	600	
y	1 000	1 000	1 000	1 000			y	500	500	500	500	
r	1 166	1 166	1 166	1 166			r	781	781	781	781	
R	2 086	2 086	2 086	2 086			R	1 898	1 898	1 898	1 898	
$\sigma_{1,3}$	0.0094	0.0094	0.0094	0.0094	0.0375		$\sigma_{1,3}$	0.0151	0.0151	0.0100	0.0100	0.0502
F	150 000	150 000	150 000	150 000		bod 4	F	150 000	150 000	100 000	100 000	
z	1 730	1 730	1 730	1 730			z	1 730	1 730	1 730	1 730	
x	0	1 200	1 200	0			x	0	1 200	1 200	0	
y	1 000	1 000	1 000	1 000			y	500	500	500	500	
r	1 000	1 562	1 562	1 000			r	500	1 300	1 300	500	
R	1 998	2 331	2 331	1 998			R	1 801	2 164	2 164	1 801	
$\sigma_{1,4}$	0.0116	0.0054	0.0054	0.0116	0.0341		$\sigma_{1,4}$	0.0196	0.0078	0.0052	0.0131	0.0457
						bod 5	F	150 000	150 000	100 000	100 000	
							z	1 730	1 730	1 730	1 730	
							x	600	600	600	600	
							y	1 000	1 000	0	0	
							r	1 166	1 166	600	600	
							R	2 086	2 086	1 831	1 831	
							$\sigma_{1,5}$	0.0094	0.0094	0.0120	0.0120	0.0428
						bod 6	F	150 000	150 000	100 000	100 000	
							z	1 730	1 730	1 730	1 730	
							x	0	1 200	1 200	0	
							y	1 000	1 000	0	0	
							r	1 000	1 562	1 200	0	
							R	1 998	2 331	2 105	1 730	
							$\sigma_{1,6}$	0.0116	0.0054	0.0060	0.0160	0.0390

PARS building sro		e-mail	Odpovědný inženýr	datum	str
Havlovská 1284/3, 160 00 Praha 6		tomek@pars.cz	Ing. Jaromír Tomek	12/2018	16/25

IČO 41191285 - společnost je zapsána v Obchodním rejstříku vedeném Krajským obchodním soudem v Praze, oddíl C, vložka 3268



Objednatel	Akce	Část	Stupeň	Č. složky
Odbor investic magistrátu Plzně	Silniční okruh kolem Plzně, SO 1502 a 1505	Statické posouzení	dUR	

### Podélné namáhání chráničky

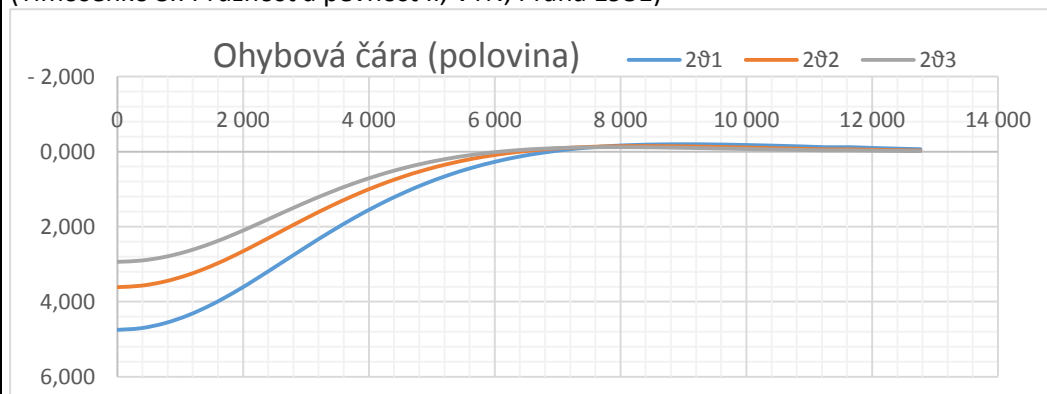
Chránička			TR 356x9	Poznámka
Modul pružnosti	E	N/mm <sup>2</sup>	210 000	
Průměr trubky	D	mm	356	
Tloušťka stěny	tw	mm	9	
Moment setrvačnosti	I	mm <sup>4</sup>	1.48E+08	
Tuhost	ExI	Nmm <sup>2</sup>	3.10E+13	
Plošné zatížení	q1	N/mm <sup>2</sup>	0.046796	
Liniové zatížení	q1	N/mm	16.7	
Zatížený úsek	n	mm	4 130	
Zatížení	Q1	N	68 803	
Modul pružnosti zeminy	Eoed	N/mm <sup>2</sup>	30	TPG 702 07
Úhel rozevření sedla	2θ <sub>1</sub>	°	25	TPG 702 07
	2θ <sub>2</sub>	°	35	TPG 702 07
	2θ <sub>3</sub>	°	45	TPG 702 07
Délka rozevření	y <sub>1</sub>	mm	78	TPG 702 07
	y <sub>2</sub>	mm	109	TPG 702 07
	y <sub>3</sub>	mm	140	TPG 702 07
Pružinová konstanta zeminy	k <sub>1</sub>	N/mm <sup>2</sup>	2.33	*)
	k <sub>2</sub>	N/mm <sup>3</sup>	3.26	*)
	k <sub>3</sub>	N/mm <sup>4</sup>	4.19	*)
Parametr	β <sub>1</sub>		3.70E-04	*)
	β <sub>2</sub>		4.03E-04	*)
	β <sub>3</sub>		4.29E-04	*)
Maximální deformace	y <sub>max</sub>	mm	4.9	*)
Délka půvlny přibližně	L0/2	mm	9 011	*)
Maximální moment	M <sub>max</sub>	Nmm	1.982E+07	*)
Maximální podélné napětí	σ <sub>max</sub>	N/mm <sup>2</sup>	23.9	*)


Pozn.:

\*) vzorce jsou uvedené v literatuře:

Strength of Materials, part II, S.Timoshenko (1940)

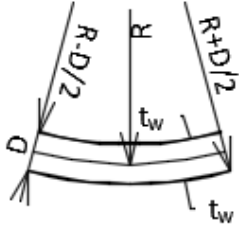
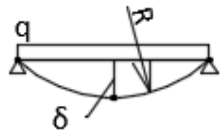
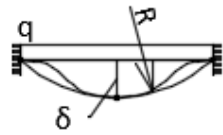
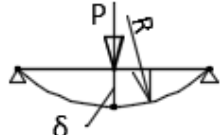
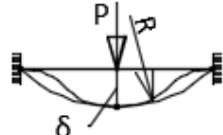
(Timošenko S.: Pružnost a pevnost II, VTN, Praha 1951)



PARS building sro		e-mail	Odpovědný inženýr	datum	str
Havlovská 1284/3, 160 00 Praha 6		tomek@pars.cz	Ing. Jaromír Tomek	12/2018	17/25

IČO 41191285 - společnost je zapsána v Obchodním rejstříku vedeném Krajským obchodním soudem v Praze, oddíl C, vložka 3268

Objednatel	Akce	Část	Stupeň	Č. složky
Odbor investic magistrátu Plzně	Silniční okruh kolem Plzně, SO 1502 a 1505	Statické posouzení	dUR	

NAPĚTÍ PODLE ZAKŘÍVENÍ		LEGENDA:	
1	 $\sigma = 1/2 \times E \times D / R$	1 - oblouk 2 - prostý n.(q) 3 - prostý n.(P) 4 - vetknutý n.(q) 5 - vetknutý n.(P)	E = modul pružnosti D = vnější průměr R = poloměr zakřivení L = rozpětí δ = průhyb
2	 $\sigma \approx 3/5 \times E \times D / R$	4	 $\sigma \approx 1 \times E \times D / R$
3	 $\sigma \approx 3/4 \times E \times D / R$	5	 $\sigma \approx 3/2 \times E \times D / R$

**Tab. 1. 7.** Skupiny stavenišť na poddolovaném území podle zadaných parametrů přetvoření terénu dle ČSN 70039

Tab. 4 z ČSN 73 0039:

Skupiny stavenišť na poddolovaném území podle zadaných parametrů přetvoření terénu

Řádek	Skupina stavenišť	Parametr přetvoření terénu		
		Vodorovné poměrné přetvoření e	Poloměr zakřivení R v km	Naklonění i v rad <sup>2)</sup>
1	I <sup>1)</sup>	$e > 7 \cdot 10^{-3}$	$R < 3$	$i > 10 \cdot 10^{-3}$
2	II	$7 \cdot 10^{-3} > e > 5 \cdot 10^{-3}$	$3 < R < 7$	$10 \cdot 10^{-3} > i > 8 \cdot 10^{-3}$
3	III	$5 \cdot 10^{-3} > e > 3 \cdot 10^{-3}$	$7 < R < 12$	$8 \cdot 10^{-3} > i > 5 \cdot 10^{-3}$
4	IV	$3 \cdot 10^{-3} > e > 10^{-3}$	$12 < R < 20$	$5 \cdot 10^{-3} > i > 2 \cdot 10^{-3}$
5	V	$10^{-3}$ a méně	20 a více	$2 \cdot 10^{-3}$ a méně

<sup>1)</sup> Do skupiny I patří i stavenišť s předpokládaným výskytem nespojitých přetvoření terénu ... Terénní stupně a vlny o výšce menší než 100 mm a trhlíny o šířce menší než 100 mm se zařadí do skupiny stavenišť II. O zařazení stavenišť podle tab. 1 rozhoduje nejméně příznivá hodnota parametru přetvoření terénu.


**Vodorovné poměrné přetvoření terénu e** - poměrná délková změna části poklesové kotlinky ve vodorovném směru; kladná změna znamená protažení, záporná stažení

**Poloměr zakřivení R v km** - poloměr oskulační kružnice křivosti povrchu terénu v daném bodě a svislém řezu poklesovou kotlinkou

**Naklonění terénu i** - dříve denivelace - poměr rozdílu poklesů dvou bodů v poklesové kotlině k jejich vzájemné vzdálenosti.

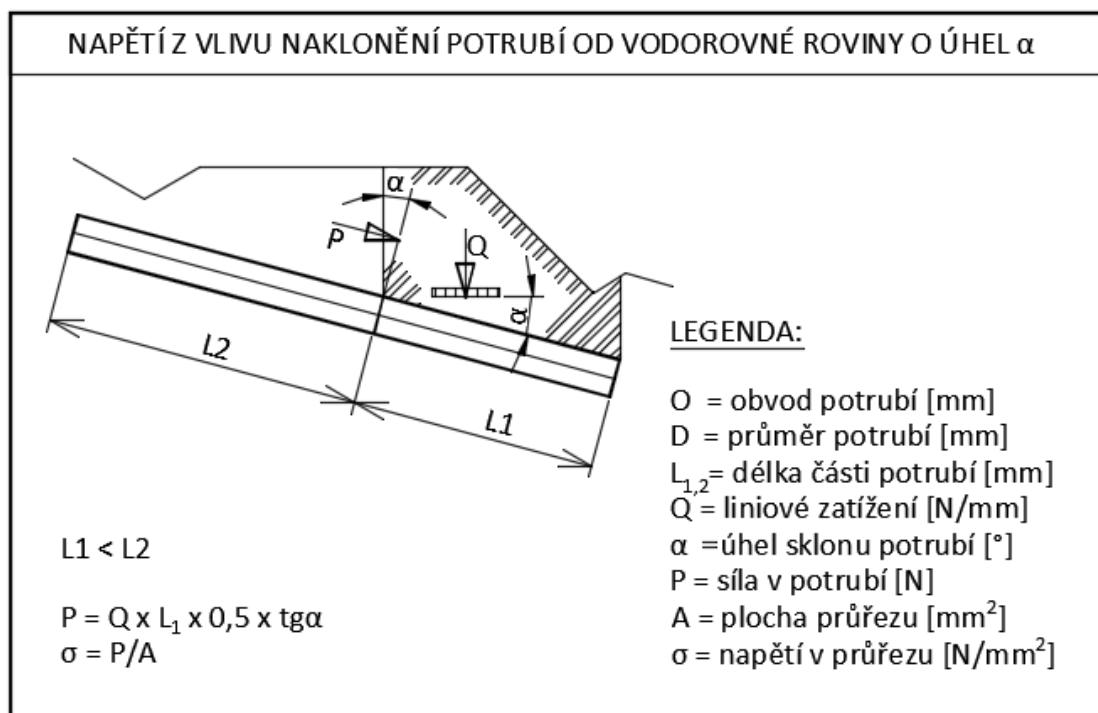
<sup>2)</sup> V oboru praktických hodnot se dále využívá relace  $\sin i \approx \operatorname{tg} i \approx i$


- *objekty na staveništi skupiny V.* nevyžadují zajištění proti účinkům poddolování kromě objektů obzvláště citlivých vzhledem k zadaným parametrům přetvoření terénu podle báňských podmínek (např. podzemní objekty širší než 6 m, tlaková trubní vedení, velké nádrže apod.) ... Vždy je však nutno posoudit účinky zvýšené hladiny podzemní vody o předpokládanou hodnotu poklesu terénu.
- *na stavenišťích III. a IV. Skupiny I* ze zpravidla zajistit proti účinkům poddolování ekonomicky přijatelným způsobem všechny druhy objektů, ...
- *využití stavenišť I. a II. skupiny* je třeba zdůvodnit.

PARS building sro Havlovská 1284/3, 160 00 Praha 6		e-mail tomek@pars.cz	Odpovědný inženýr Ing. Jaromír Tomek	datum 12/2018	str 18/25
---	---	-------------------------	---	------------------	--------------

IČO 41191285 - společnost je zapsána v Obchodním rejstříku vedeném Krajským obchodním soudem v Praze, oddíl C, vložka 3268

Objednatel	Akce	Část	Stupeň	Č. složky
Odbor investic magistrátu Plzně	Silniční okruh kolem Plzně, SO 1502 a 1505	Statické posouzení	dUR	



PARS building sro		e-mail	Odpovědný inženýr	datum	str
Havlovská 1284/3, 160 00 Praha 6		tomek@pars.cz	Ing. Jaromír Tomek	12/2018	19/25

IČO 41191285 - společnost je zapsána v Obchodním rejstříku vedeném Krajským obchodním soudem v Praze, oddíl C, vložka 3268

Objednatel	Akce	Část	Stupeň	Č. složky
Odbor investic magistrátu Plzně	Silniční okruh kolem Plzně, SO 1502 a 1505	Statické posouzení	dUR	

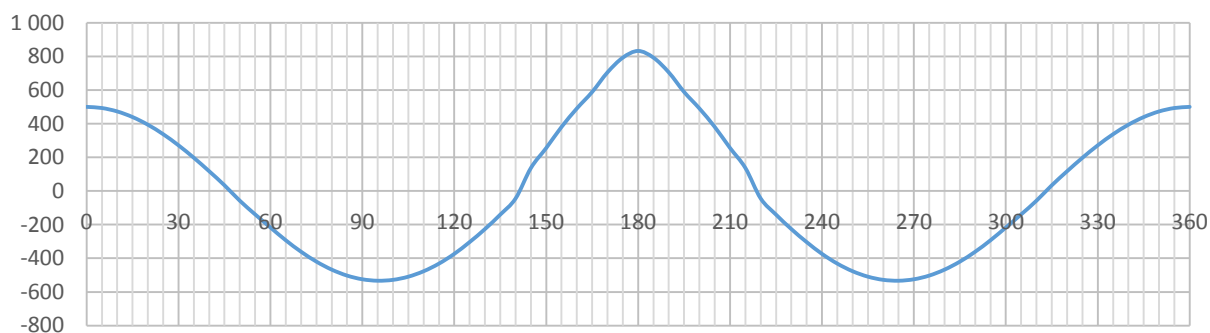
### Příčné namáhání chráničky - stálé

Chránička

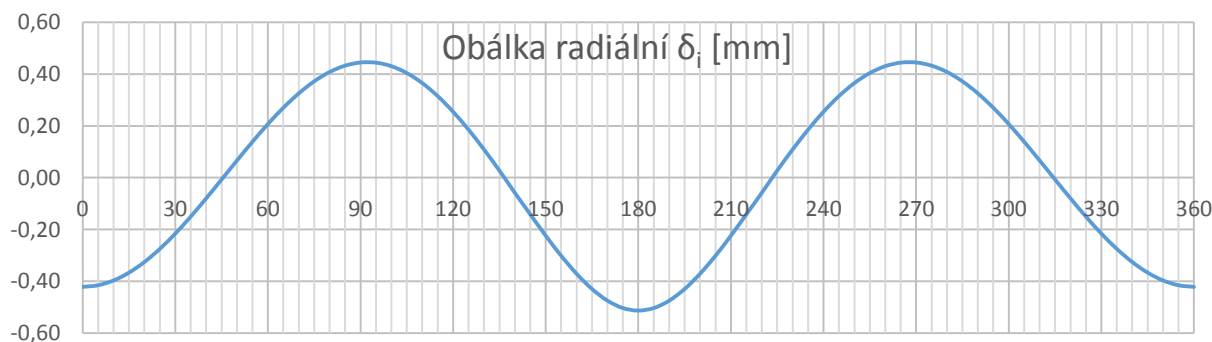
TR 356x9 Poznámka


Modul pružnosti	E	N/mm <sup>2</sup>	210 000
Průměr trubky	D	mm	356
Tloušťka stěny	t	mm	9
Moment setrvačnosti	I	mm <sup>4</sup>	147.77E+6
koeficient plastického průřezu	$\alpha_{pl}$	-	1.00
Tuhost	E×I	Nmm <sup>2</sup>	31.0E+12
Tuhost vztažená na průměr	E×I/D <sup>3</sup>	N/mm	687.78E+3
Stálé zatížení v úrovni chráničky	g	N/mm <sup>2</sup>	0.052
koeficient pro výpočet maximálního momentu podle úhlu rozevření: (2θ = 25°, 35°, 45°)			
	$\xi_{M,25}$	$\xi_{M,35}$	$\xi_{M,45}$
	126.6E-3	119.7E-3	113.6E-3
<b>Maximální hodnota momentu</b>	<b>M<sub>max</sub></b>	<b>Nmm/m'</b>	<b>833</b> $M_{max} = \xi_{M,max} \times q \times D^2$
<b>Maximální hodnota napětí v chráničce</b>	<b><math>\sigma_{max}</math></b>	<b>N/mm<sup>2</sup></b>	<b>62</b>
koeficient pro výpočet maximální radiální deformace podle úhlu rozevření: (2θ = 25°, 35°, 45°)			
	$\xi_{\delta,25}$	$\xi_{\delta,35}$	$\xi_{\delta,45}$
	169.8E-3	167.9E-3	165.8E-3
<b>Maximální hodnota deformace chráničky</b>	<b><math>\delta_{Ed,max}</math></b>	<b>mm</b>	<b>0.924</b> $\delta_{max} = \xi_{\delta,max} \times (q \times D^4)/(E \times t^3)$
Poměrná deformace chráničky	$\delta/D$	-	0.003

Obálka M<sub>i</sub> [Nmm/mm']



Obálka radiální  $\delta_i$  [mm]



PARS building sro		e-mail	Odpovědný inženýr	datum	str
Havlovská 1284/3, 160 00 Praha 6		tomek@pars.cz	Ing. Jaromír Tomek	12/2018	20/25

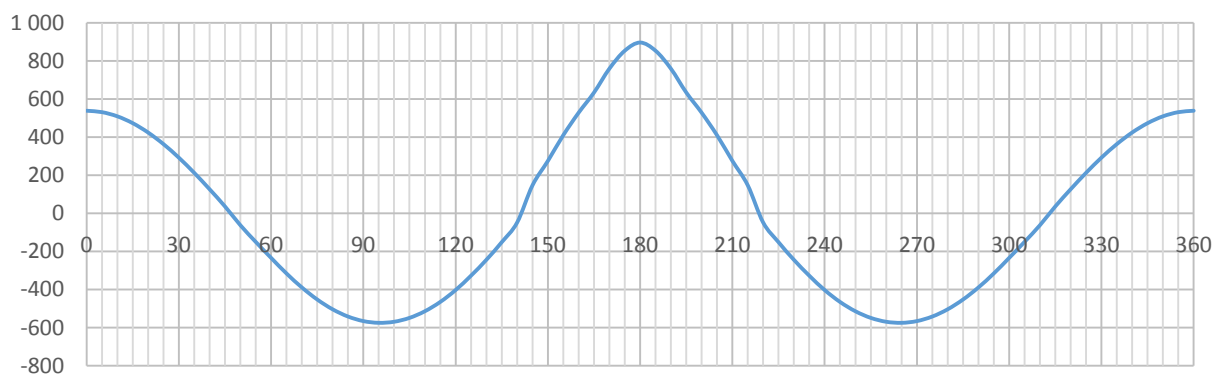
IČO 41191285 - společnost je zapsána v Obchodním rejstříku vedeném Krajským obchodním soudem v Praze, oddíl C, vložka 3268

Objednatel	Akce	Část	Stupeň	Č. složky
Odbor investic magistrátu Plzně	Silniční okruh kolem Plzně, SO 1502 a 1505	Statické posouzení	dUR	

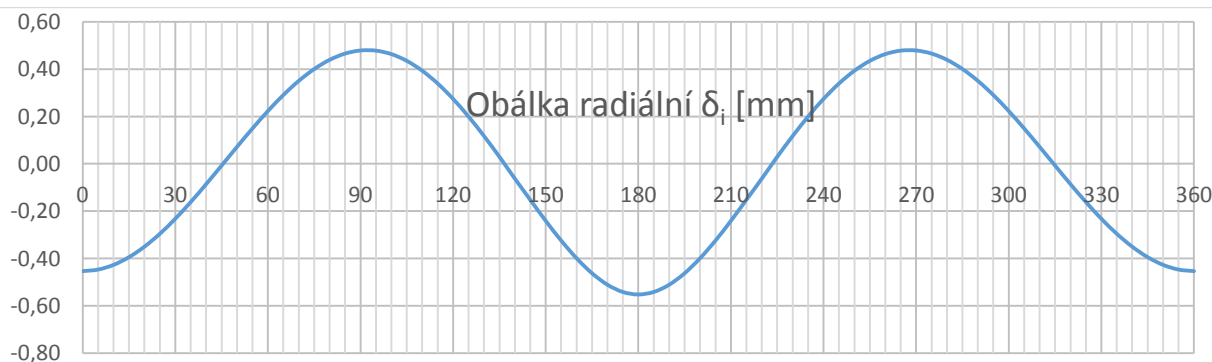
### Příčné namáhání chráničky - proměnné


Chránička	TR 356x9 Poznámka		
Modul pružnosti	E	N/mm <sup>2</sup>	210 000
Průměr trubky	D	mm	356
Tloušťka stěny	t	mm	9
Moment setrvačnosti	I	mm <sup>4</sup>	147.77E+6
koeficient plastického průřezu	$\alpha_{pl}$	-	1.00
Tuhost	E×I	Nmm <sup>2</sup>	31.0E+12
Tuhost vztažená na průměr	E×I/D <sup>3</sup>	N/mm	687.78E+3
Proměnné zatížení v úrovni chráničky	q	N/mm <sup>2</sup>	0.0559
koeficient pro výpočet maximálního momentu podle úhlu rozevření: (2θ = 25°, 35°, 45°)			
	$\xi_{M,25}$	$\xi_{M,35}$	$\xi_{M,45}$
	126.6E-3	119.7E-3	113.6E-3
<b>Maximální hodnota momentu</b>	<b>M<sub>max</sub></b>	<b>Nmm/m'</b>	<b>897</b> $M_{max} = \xi_{M,max} \times q \times D^2$
<b>Maximální hodnota napětí v chráničce</b>	<b><math>\sigma_{max}</math></b>	<b>N/mm<sup>2</sup></b>	<b>66</b>
koeficient pro výpočet maximální radiální deformace podle úhlu rozevření: (2θ = 25°, 35°, 45°)			
	$\xi_{\delta,25}$	$\xi_{\delta,35}$	$\xi_{\delta,45}$
	169.8E-3	167.9E-3	165.8E-3
<b>Maximální hodnota deformace chráničky</b>	<b><math>\delta_{Ed,max}</math></b>	<b>mm</b>	<b>0.995</b> $\delta_{max} = \xi_{\delta,max} \times (q \times D^4)/(E \times t^3)$
Poměrná deformace chráničky	$\delta/D$	-	0.003

Obálka M<sub>i</sub> [Nmm/mm']



Obálka radiální  $\delta_i$  [mm]



PARS building sro		e-mail	Odpovědný inženýr	datum	str
Havlovská 1284/3, 160 00 Praha 6		tomek@pars.cz	Ing. Jaromír Tomek	12/2018	21/25

IČO 41191285 - společnost je zapsána v Obchodním rejstříku vedeném Krajským obchodním soudem v Praze, oddíl C, vložka 3268

Objednatel	Akce	Část	Stupeň	Č. složky
Odbor investic magistrátu Plzně	Silniční okruh kolem Plzně, SO 1502 a 1505	Statické posouzení	dUR	

## Posudek chráničky

TR 356x9

### a) vstupní údaje

průměr chráničky	D	mm	356
tloušťka stěny chráničky	t <sub>w</sub>	mm	9
třída průřezu			2
délka chráničky	L	mm	14 000
hloubka chráničky pod povrchem	h	mm	1 730
materiál chráničky	L 360 NB/MB		


### b) kombinace namáhání

kombinace 1	LC	$\sigma_{i,k}$	$\Gamma_{i,k}$	$\gamma_i$	$\psi_i$	$\sigma_{i,d}$	$\Gamma_{i,d}$
	Název	N/mm <sup>2</sup>				N/mm <sup>2</sup>	
	1. Nosník na pružném podkladě	18.3	0.05	1.50	1.00	27.4	0.08
	2. Zakřivení potrubí	6.2	0.02	1.50	0.67	6.2	0.02
	3. Potrubí ve spádu	0.6	0.00	1.50	0.67	0.6	0.00
	4. Změna teploty	37.8	0.11	1.50	0.67	37.8	0.11
	Σ podélné účinky	62.9	0.17			72.0	0.20
	5. Vnitřní přetlak potrubí	0.0	0.00	1.50	0.67	0.0	0.00
	6. Příčný směr - stálé	41.1	0.11	1.35	1.00	55.5	0.15
	7. Příčný směr - proměnné	44.3	0.12	1.50	1.00	66.4	0.18
	Σ příčné účinky	85.4	0.24			122.0	0.34
	návrhová hodnota VonMises					$\sigma_{VM}$ N/mm <sup>2</sup>	49.9
	využití VonMises					$\Gamma_{VM}$	0.14
kombinace 2	LC	$\sigma_{i,k}$	$\Gamma_{i,k}$	$\gamma_i$	$\psi_i$	$\sigma_{i,d}$	$\Gamma_{i,d}$
	Název	N/mm <sup>2</sup>				N/mm <sup>2</sup>	
	1. Nosník na pružném podkladě	18.3	0.05	1.35	1.00	24.7	0.07
	2. Zakřivení potrubí	6.2	0.02	1.35	1.00	8.4	0.02
	3. Potrubí ve spádu	0.6	0.00	1.35	1.00	0.8	0.00
	4. Změna teploty	37.8	0.11	1.35	1.00	51.0	0.14
	Σ podélné účinky	62.9	0.17			84.9	0.24
	5. Vnitřní přetlak potrubí	0.0	0.00	1.35	1.00	0.0	0.00
	6. Příčný směr - stálé	41.1	0.11	1.35	1.00	55.5	0.15
	7. Příčný směr - proměnné	44.3	0.12	1.35	1.00	59.8	0.17
	Σ příčné účinky	85.4	0.24			115.3	0.32
	návrhová hodnota VonMises					$\sigma_{VM}$ N/mm <sup>2</sup>	30.4
	využití VonMises					$\Gamma_{VM}$	0.08

### c) podélný směr - rozpis jednotlivých druhů namáhání

#### 1. Nosník na pružném podkladě (zatížení nápravami a pruhem š. 3m)


plošné zatížení v úrovni chráničky	q <sub>1</sub>	N/mm <sup>2</sup>	0.047
------------------------------------	----------------	-------------------	-------

PARS building sro Havlovská 1284/3, 160 00 Praha 6		e-mail tomek@pars.cz	Odpovědný inženýr Ing. Jaromír Tomek	datum 12/2018	str 22/25
---	---	-------------------------	---	------------------	--------------

IČO 41191285 - společnost je zapsána v Obchodním rejstříku vedeném Krajským obchodním soudem v Praze, oddíl C, vložka 3268

Objednatel	Akce	Část	Stupeň	Č. složky
Odbor investic magistrátu Plzně	Silniční okruh kolem Plzně, SO 1502 a 1505	Statické posouzení	dUR	

maximální deformace	$\delta_1$	mm	4.9
délka vlny přibližně	$L_0$	mm	18 022
maximální moment	$M_1$	Nmm	19.8E+6
maximální elastické podélné napětí	$\sigma_1$	N/mm <sup>2</sup>	23.9
elastické využití průřezu	$\Gamma_1$		0.07
parametr Wpl/Wel	$\alpha_{pl}$		1.31
maximální plastické podélné napětí	$\sigma_{1,pl}$	N/mm <sup>2</sup>	18.3
elastické využití průřezu	$\Gamma_{1,pl}$		0.05
2. Zakřivení potrubí mající původ v zemině			
uvažované zakřivení	$R_2$	mm	12.0E+6
elastické napětí	$\sigma_2$	N/mm <sup>2</sup>	6.2
elastické využití průřezu	$\Gamma_2$		0.02
3. Uložení potrubí ve spádu			
uvažovaný spád potrubí	$\alpha_3$	°	5
liniové zatížení potrubí ve svislém směru	$G_{3,v}$	N/mm	18.5
liniové zatížení potrubí v podélném směru	$G_{3,l}$	N/mm	0.8
elastické napětí	$\sigma_3$	N/mm <sup>2</sup>	0.6
elastické využití průřezu	$\Gamma_3$		0.00
4. Změna teploty			
uvažovaná změna teploty	$\Delta T$	°C	15
elastické napětí	$\sigma_4$	N/mm <sup>2</sup>	37.8
elastické využití průřezu	$\Gamma_4$		0.11
d) příčný směr - rozpis jednotlivých druhů namáhání			
5. Vnitřní přetlak potrubí			
nominální tlak v potrubí	$p_5$	bar	0
nominální tlak v potrubí	$p_5$	N/mm <sup>2</sup>	0.0
elastické napětí	$\sigma_5$	N/mm <sup>2</sup>	0.0
elastické využití průřezu	$\Gamma_5$		0.00
6. Zatížení zeminou v příčném směru (maximální hodnoty zatížení)			
uvažované zatížení	$g_6$	N/mm <sup>2</sup>	0.052
Maximální hodnota momentu	$M_6$	Nmm/mm'	833
Maximální hodnota napětí v chrániče	$\sigma_6$	N/mm <sup>2</sup>	61.7
elastické využití průřezu	$\Gamma_6$		0.17
parametr Wpl/Wel	$\alpha_{pl}$		1.50
maximální plastické podélné napětí	$\sigma_{6,pl}$	N/mm <sup>2</sup>	41.1
elastické využití průřezu	$\Gamma_{6,pl}$		0.11
7. Zatížení dopravou v příčném směru (maximální hodnoty zatížení)			


PARS building sro Havlovská 1284/3, 160 00 Praha 6		e-mail tomek@pars.cz	Odpovědný inženýr Ing. Jaromír Tomek	datum 12/2018	str 23/25
---	---	-------------------------	---	------------------	--------------

IČO 41191285 - společnost je zapsána v Obchodním rejstříku vedeném Krajským obchodním soudem v Praze, oddíl C, vložka 3268

Objednatel	Akce	Část	Stupeň	Č. složky
Odbor investic magistrátu Plzně	Silniční okruh kolem Plzně, SO 1502 a 1505	Statické posouzení	dUR	

uvažované zatížení	$q_7$	$\text{N/mm}^2$	0.056
ekvivalentní výška náspu	$h_7$	mm	1 863
Maximální hodnota momentu	$M_7$	$\text{Nmm/mm'}$	897
Maximální hodnota napětí v chrániče	$\sigma_7$	$\text{N/mm}^2$	66.4
elastické využití průřezu	$\Gamma_7$		0.18
parametr $W_{pl}/W_{el}$	$\alpha_{pl}$		1.50
maximální plastické podélné napětí	$\sigma_{7,pl}$	$\text{N/mm}^2$	44.3
elastické využití průřezu	$\Gamma_{7,pl}$		0.12
8. Deformace příčného řezu			
char. deformace od stálého zatížení	$\delta_{8,g}$	mm	0.9
char. deformace od proměnného zatížení	$\delta_{8,q}$	mm	1.0
poměrná deformace	$\delta_{8,g+q} / D$		0.01

Závěr: Obě navrhované chráničky vyhovují. Maximální využití je 34 %.

PARS building sro Havlovská 1284/3, 160 00 Praha 6		e-mail	Odpovědný inženýr	datum	str
		tomek@pars.cz	Ing. Jaromír Tomek	12/2018	24/25

IČO 41191285 - společnost je zapsána v Obchodním rejstříku vedeném Krajským obchodním soudem v Praze, oddíl C, vložka 3268



Objednatel	Akce	Část	Stupeň	Č. složky
Odbor investic magistrátu Plzně	Silniční okruh kolem Plzně, SO 1502 a 1505	Statické posouzení	dUR	

## Závěr

Na základě statického posouzení bylo věřeno základní koncepční řešení návrhu nosné konstrukce chrániček VTL potrubí uvedené v projektu. Chráničky TR 356x9 z oceli L 360NB/MB vyhovují bez úprav.

Správné provedení zásypu zaručuje správnou funkci chráničky a příznivě ovlivňuje stabilitu příčného řezu. Specifikace zásypu musí být součástí realizační dokumentace a jeho hutnění provedeno pečlivě a za kvalifikovaného dozoru.


V tomto stupni nejsou známa přesná data o vlastnostech zeminy, její interakci s chráničkou, o bezprostředním okolí uložení chráničky, o procesu výstavby, provádění, o použití stavební techniky atd.

Z posouzení vyplývá, že návrh je proveditelný a při dodržení zde uvedených podmínek lze dosáhnout potřebné mechanické odolnosti i stability konstrukce.

Tento posudek byl vypracován pro dokumentaci pro územní rozhodnutí. Okrajové podmínky viz. kapitola „Výpočtový model“. Výpočet dokládá proveditelnost, není určen pro realizaci. U dalších stupňů postupovat podle SZ a jeho prováděcích vyhlášek v souladu s konkrétními podmínkami vyplývajícími z místa stavby, provozu a provádění.

V Praze dne 5.12.2018

Ing. Jan Tomek

PARS building sro Havlovská 1284/3, 160 00 Praha 6		e-mail	Odpovědný inženýr	datum	str
		tomek@pars.cz	Ing. Jaromír Tomek	12/2018	25/25

IČO 41191285 - společnost je zapsána v Obchodním rejstříku vedeném Krajským obchodním soudem v Praze, oddíl C, vložka 3268