

Zak. č. : **3420/DPS-2020**

Arch. č. : **3420_01**

Příl. č. : **D.1.1.a**

Akce : **Komárov a Suché Lazce – splašková
kanalizace**

Stupeň PD : Dokumentace pro provádění stavby (DPS)

Objekt : **SO 01 Splašková kanalizace Komárov**

Příloha : **D.1.1.a Technická zpráva
(Příloha č.1 Statické posouzení)**

Objednatel : **Statutární město Opava**
Horní náměstí 382/69
746 01 OPAVA

Vypracoval : **KONEKO, spol. s r.o. Ostrava**

Ostrava, srpen 2020

Výtisk č.:

1/ Úvod

1. Použitá literatura

ČSN EN 1990 – Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí

ČSN EN 1991-1-1 – Eurokód: Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb

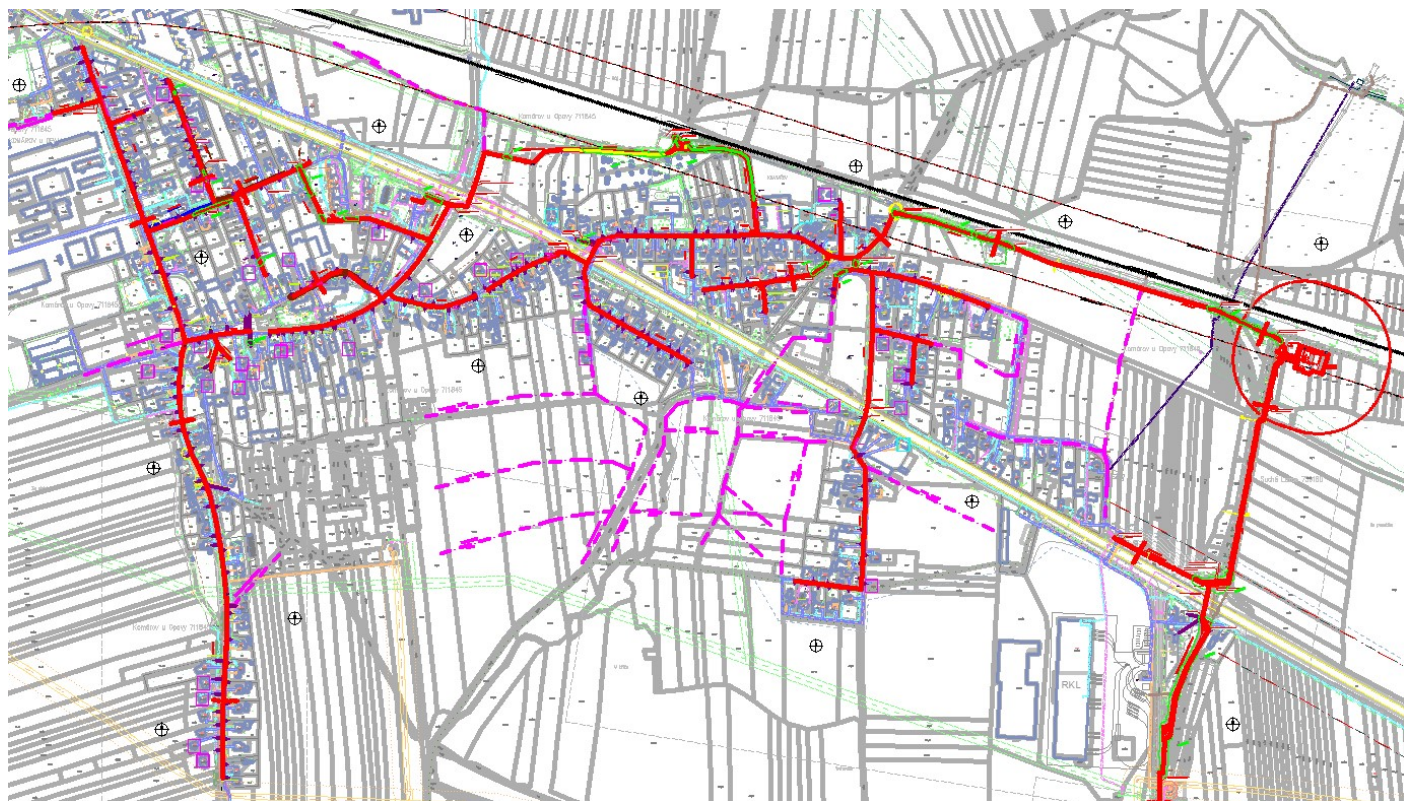
ČSN EN 1997-1 – Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí – Část 1: Obecná pravidla

2. Předmět statického výpočtu

Předložený statický výpočet řeší:

- koncept řešení statického zajištění stávajících objektů, které by mohly být s ohledem na prostorové a výškové poměry ohroženy prováděním zemních prací při pokládce kanalizačního potrubí a kanalizačních šachet
- posouzení uložení kanalizačních trub v podmínkách stavby
- návrh provizorního překrytí výkopové rýhy pro přejezd vozidly

Splašková kanalizace Komárov



2/ Statické zajištění objektů

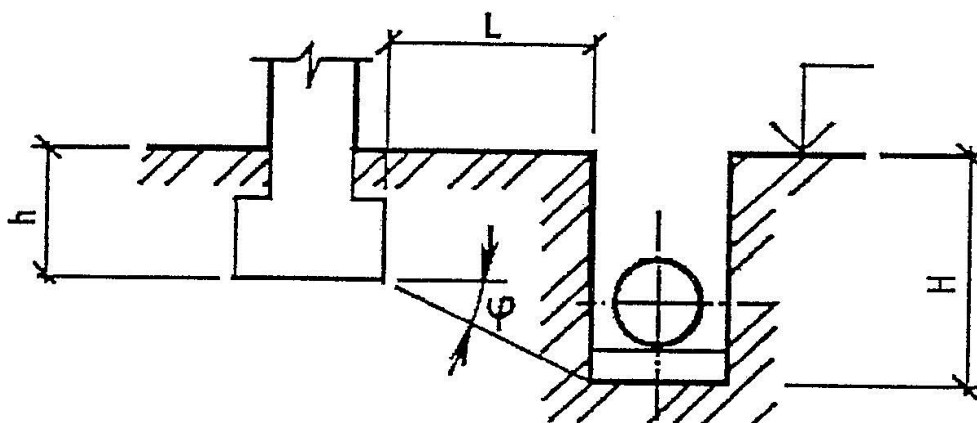
Navržené kanalizační stoky v obci Komárov se v některých lokalitách přibližují stávajícím objektům, převážně rodinným domkům a hospodářským budovám.

V rámci zajištění stability dotčených objektů při výstavbě navrhované kanalizační sítě byl proveden předběžný vizuální průzkum těchto objektů (pomocí internetových map s panoramatickými snímky).

Zeminy v daných lokalitách byly zjištěny IG průzkumem. Jednotlivým geotechnickým kategoriím byl podle provedeného IG průzkumu přiřazen úhel vnitřního tření.

Na základě hloubky výkopu v daném místě, jeho celkové šířky a přiřazeného úhlu vnitřního tření byla dopočítána minimální vzdálenost osy kanalizace od líce objektu (za jednotného předpokladu, že objekty jsou nepodsklepené, s hloubkou založení $h = \text{cca } 0,8 \text{ m}$ pod úrovní okolního terénu):

$$\text{bezpečná vzdálenost: } L = (H-h)/\text{tg}\varphi$$



Pro všechny objekty bylo provedeno porovnání osové vzdálenosti navržené kanalizace od stávajících objektů s bezpečnou vzdáleností.

U všech objektů, u kterých není možné dodržet bezpečnou vzdálenost (stejnou nebo větší než vzdálenost minimální), je navrženo jejich statické zajištění.

2.1/ Statické zajištění objektů (RD apod.)

Statické zajištění všech dotčených objektů je navrženo pomocí mikrozáporových stěn.

Výpis objektů s uvedením rozsahu mikrozáporových stěn – viz. následující tabulka.

Před zahájením zajišťovacích prací musí být provedena pasportizace všech zajišťovaných objektů (jejich podrobná prohlídka a zdokumentování současného stavebně-technického stavu – případné trhliny, praskliny, deformace a jiné statické poruchy).

Samotný výkop pro kanalizaci bude realizován v pažicích boxech.

U objektů neuvedených v tabulce níže je navrženo zajištění výkopu pouze pomocí systémového pažení – pažicích boxů.

Výpis zajišťovaných objektů v rámci jednotlivých stok:

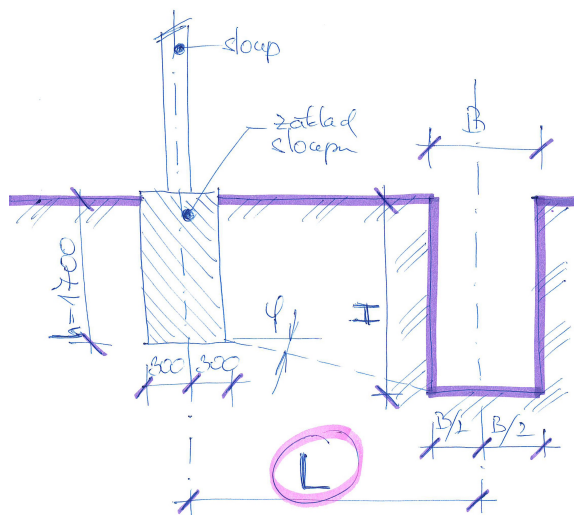
Komárov									Mikrozápory	
Stoka	Šachta	Hloubka	Objekt	Bezp.vzdál.	Skut.vzdál.	Zajištění	Poznámka		Délka	Počet
AH	SŠ5-Š6	2,85	Č.p.92/3	5,2	3,5	ANO, 1/3	Cca 2/3 podsklepené, 1/3 ne		6,5	21
AH	SŠ4-SŠ5	3,05	Č.p. 131/2	6	4	ANO			6,5	52
AH-2	Š1-Š2	2,4	Č.p. 344	4,7	3,1	ANO			5,5	19
AG	Š3-RŠ2	2,35	Č.p. 109, 110	4,6	4	ANO			5,5	40
AG	RŠ1	3,5	Č.p. 102	7,2	5,3	ANO			7,5	20
AF	RŠ2	2,1	Stodola	3,6	2,3	ANO			4,5	33
AE-2	Š6-Š7	2,6	Kostel - kamenná zeď			NE	Důsledně pažit			
AE-2	Š6-RŠ5	2,5	Č.p. 10/16 - horní část	4,7	4,9	ANO			5,5	15
AE-2		2,35	Č.p. 10/16	4,2	4,5	NE	Důsledně pažit			
AE-2	Š6	2,6	Č.p. 7/10	4,7	3,8	ANO			5,5	10
A1-1, A1-1a	Š1, SŠ1	2,15	Č.p. 61/	3,7	2,4	ANO			4,5	9
AE1	Š4	2,3	Garáž u č.p. 23	4,5	4	ANO			5	11
AC	Š18	3	Č.p. 62	6	3,9	ANO			6,5	23
AC-5-1	Š1-Š2	3,5	Č.p. 133 + garáž	7,2	5,6,8	ANO			7,5	2x16
AC-5-1		3,5	Č.p. 182	7,2	4,3	ANO			7,5	18
A-II	Š28-Š29	2,9	Č.p. 77 - boční objekt	5,7	4,7	ANO			6,5	22
A-II	Š24-SP25	4,7	Hasičská zbrojnice - garáže	9,5	6,9	ANO			10	33
A-II		4,7	RD č.p. 233	9,5	7,5	NE	Kluznicové pažení			
A-II	Š23	4,45	RD č.p.323	9,3	8,3	NE	Kluznicové pažení			
AC-3	SŠ9-UŠ1	2,1	Č.p. 269	3,5	2,8	ANO, 1/2	Cca 1/2 podsklepené, 1/2 ne		4,5	26
AC	Š13-Š14	3,3	Č.p. 70 + stodola	6,9	5,2	ANO			7	15+21
AC-1	Š9-S10	2,4	Stodola u č.p. 316/80	4,7	3,7	ANO			5,5	33

Poznámka:

V tabulce jsou uvedeny i objekty, i kterých nebylo zajištění pomocí mikrozáporových stěn navrženo, je pouze zmíněna nutnost řádného pažení, bez nadvýlomů.

2.2/ Statické zajištění sloupů nadzemních vedení

Nově navržené kanalizační stoky procházejí také v blízkosti sloupů nadzemního vedení (NV). Předpokládaná hloubka založení sloupů je 1,7 m.
Schéma pro výpočet bezpečné vzdálenosti u sloupů:



Všechny sloupy, ke kterým se přibližují výkopy pro kanalizaci, budou zajištěny stejným způsobem jako výše uvedené stavby – mikrozáporami.

Pro každý běžný sloup NV je navrženo 5 ks mikrozápor, osová vzdálenost jednotlivých mikrozápor je 0,5 m, délka mikrozápor je navržena vždy jako dvojnásobek hloubky výkopu v daném místě.

Mikrozápor jsou navrženy shodně s mikrozáporami pro zajištění staveb (viz. výše).

Pro Komárov je předpoklad zajištění cca 5. ks sloupů NV výše uvedeným způsobem.

2.3/ Popis mikrozápor

Shodné pro objekty i sloupy NV.

Mikrozápor jsou ocelové trubky (\varnothing 102 x 8,0 mm), osazené do svislých vrtů průměru 133 mm a zalité cementovou zálivkou.

Hloubka vrtů je obecně navržena jako minimálně dvojnásobek hloubky výkopu v daném místě.

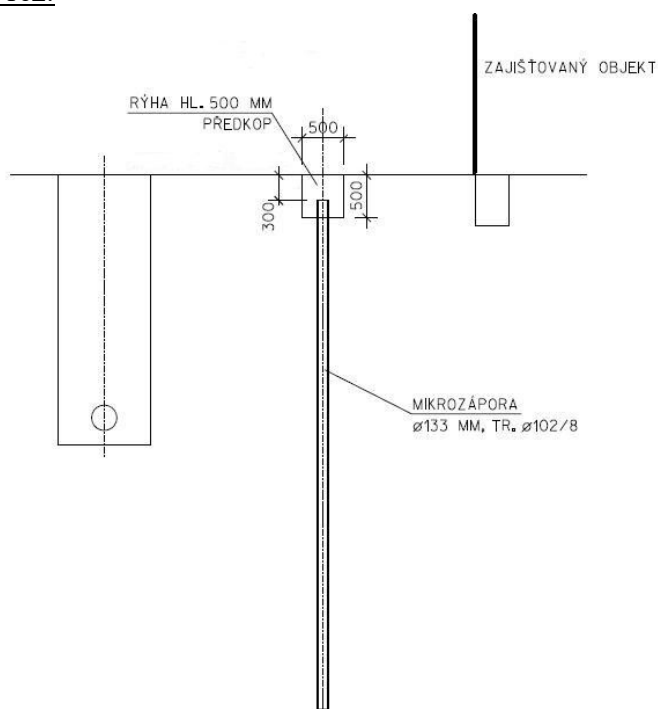
Mikrozápor jsou navrženy půdorysně v přímce (ve svislé rovině) souběžné se zajišťovaným objektem. Půdorysná délka bude stanovena v navazujícím stupni PD u každého objektu individuálně podle konkrétní situace.

Mikrozápor budou prováděny do výkopové rýhy průřezových rozměrů 0,5 x 0,5 m, délky odpovídající délce mikrozáporové stěny zvětšené o 0,5 m (0,25 m na každou stranu).

Osová vzdálenost jednotlivých mikrozápor je 0,5 m.

Po odvrtání svislých vrtů průměru 133 mm a požadované délky budou do vrtů osazeny ocelové trubky \varnothing 102 x 8,0 mm, s výškovým přesahem cca 200 mm do výkopové rýhy. Po osazení budou vrty zalité cementovou zálivkou pevnosti 25 MPa.

Schema mikrozápor – svislý řez:



I přes návrh mikrozápor budou veškeré výkopy prováděny pod ochranou systémového pažení (pažicích boxů), které bude vždy rozepřeno proti rostlé zemině.

Obsyp potrubí a dále zásyp výkopu bude prováděn po vrstvách, s povytažením pažení o výšku ukládané vrstvy, s hutněním obsypového a podsypového materiálu proti rostlé zemině.

Poznámka:

Detailní návrh zajištění objektů mikrozáporami je součástí dodavatelské dokumentace.

3/ Posouzení uložení kanalizačních trub v podmínkách stavby

Kanalizační trouby - materiál

Jako materiál kanalizace je navrženo žebrované hrdlové kanalizační potrubí z polypropylenu (plné žebro v řezu stěny), Bude použito potrubí s kruhovou tuhostí SN 12 (pod běžnými komunikacemi) a SN 16 /pod krajskou komunikací).

Z hlediska působícího zatížení je potrubí vedeno pod komunikacemi – místními i krajskou. Pro posouzení podle níže uvedené tabulky je pro všechny případy uvažováno s potrubím pod komunikací s normálním silničním provozem.

Pro posouzení je uvažováno i s tím, že potrubí může být uloženo pod hladinou podzemní vody.

Posouzení potrubí

V obci Komárov je relativně vysoká hladina podzemní vody (viz. Geologické průzkumy), kanalizační trouby budou v konečném stavu uloženy pod úrovní hladiny podzemní vody.

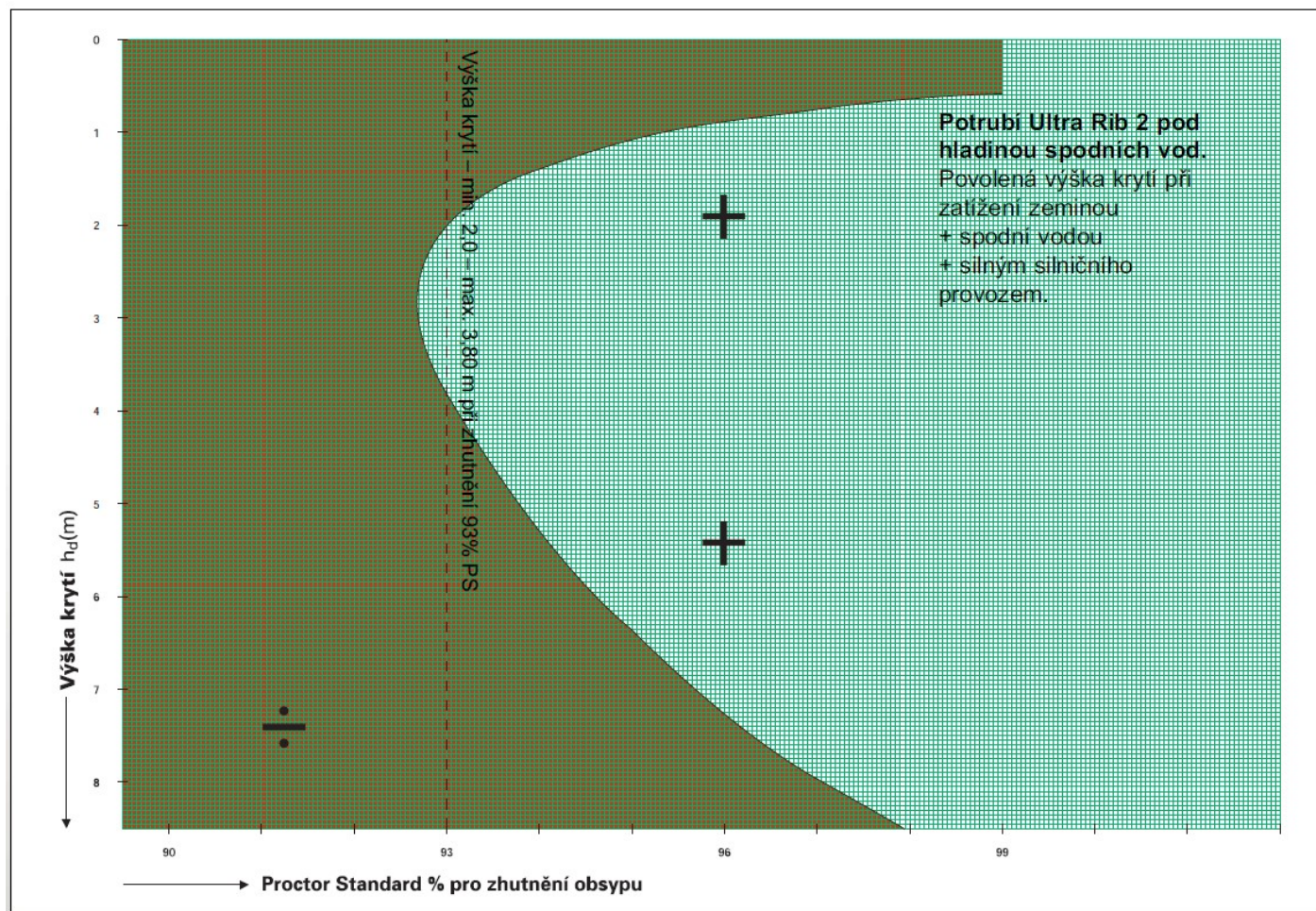
Výška nadloží nad vrcholem trub:

Minimální $H_{\min} = 2,1 \text{ m}$
Maximální $H_{\max} = 3,8 \text{ m}$
 $H \in <2,0 \text{ m}, 3,8 \text{ m}>$

Uložení potrubí – v pískovém sedle.

Navržené trouby vyhoví, obsypy potrubí musí být provedeny podle technologického předpisu výrobce trub.

Uložení potrubí bylo posouzeno podle následujícího grafu (viz. katalog výrobce) – pro silný silniční provoz /případ krajské komunikace/ s uložením pod hladinou podzemní vody:



Závěr:

Navržené kanalizační trouby – žebrované plastové trouby tuhosti SN 12 – vyhoví pro uložení v pískovém sedle.

Pro kanalizační stoky pod krajskou komunikací je navržena tuhost potrubí SN 16.

Potrubí uložené v protlacích

V některých částech obce Komárov je z prostorových důvodů navrženo uložení kanalizačního potrubí v předem realizovaném protaku.

Protlak tvoří sklolaminátové potrubí vysoké tuhosti, zatlačované ze startovací jámy směrem k jámě koncové. Jsou navrženy protlaky průměru 324 a 272 mm.

De 324 mm - síla stěny $e = 23\text{mm}$, tlačná síla max. 341kN, váha 1m 48kg – nerez spojka

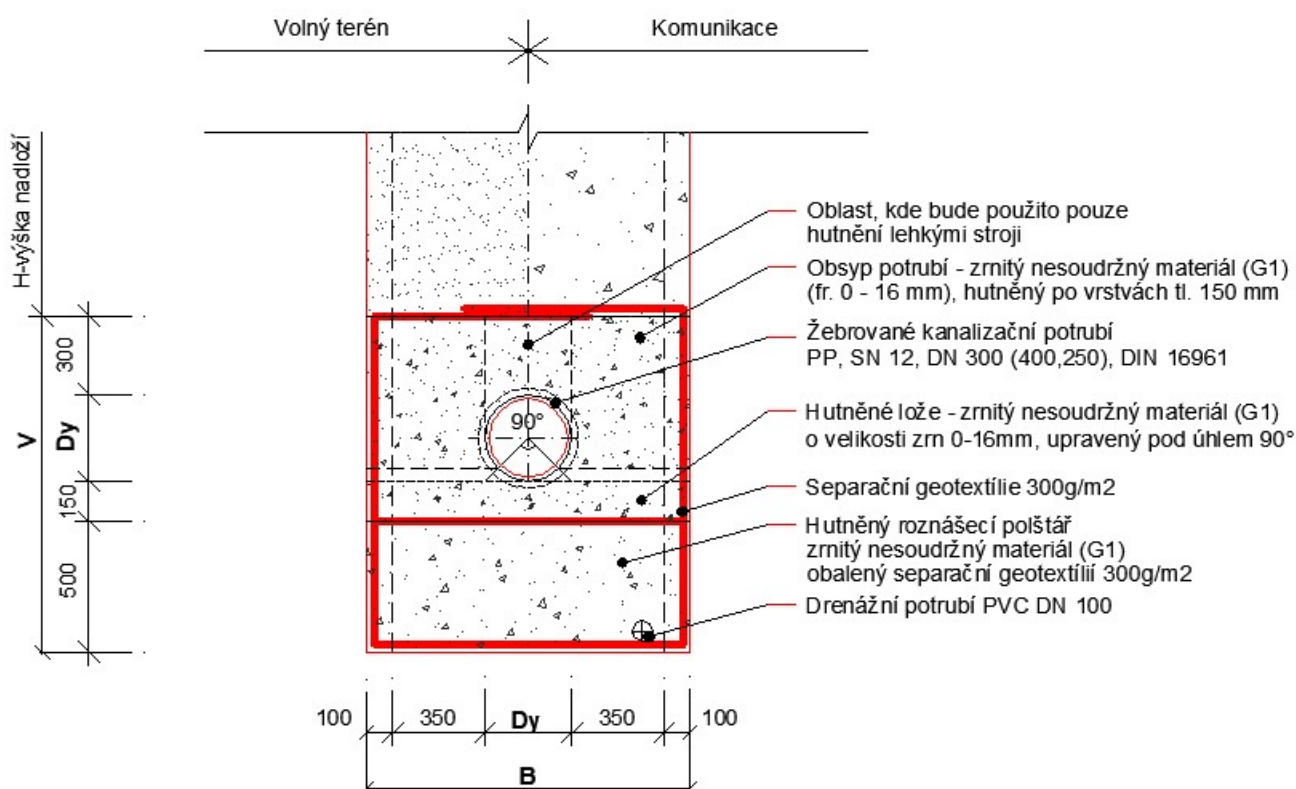
De 272 mm - síla stěny $e = 19\text{mm}$, tlačná síla max. 204kN, váha 1m 33kg – nerez spojka

Vzhledem k tuhosti potrubí SN 320 000 není nutné zpracovávat statické posouzení protaků.

Potrubí uložené v nepříznivých geologických podmínkách

V některých částech obce Komárov je kanalizační potrubí vedeno v nepříznivých geologických poměrech – v rámci výkopů je navrženo prohloubení o cca 500 mm, uložení separační geotextílie, provedení výměny podloží pod kanalizačními troubami (hutněný roznášecí polštář z nesoudržného zrnitého materiálu obalený v celém průřezu geotextílií). Dále již budou prováděny práce jako v jiných částech kanalizace s tím rozdílem, že zemina nad vrcholem potrubí výšky 300 mm bude v celém rozsahu opět obalena separační geotextílií.

ULOŽENÍ POTRUBÍ volný terén, místní komunikace - svislý výkop založení do jílovitých zemin



4/ Provizorní překrytí výkopové rýhy

Pro zajištění příjezdu k objektům během provádění výkopových prací v místě otevřeného výkopu je navrženo překrytí výkopové rýhy ocelovým plechem. Pro výpočet tloušťky plechu je uvažováno s pojezdem plechu osobním nebo lehkým nákladním automobilem o celkové hmotnosti **max. 3,5 t** (kategorie dopravních ploch F).

Šířka výkopu v úrovni komunikace je max. 1,2 m.

Zatížení:

Osobní a lehký nákladní automobil

celková hmotnost vozidla	$m = 3,5 \text{ t}$
zatížení jedné (více zatížené) nápravy	$Q_k = 25,0 \text{ kN}$
zatížení na jedno kolo:	
kolo zadní nápravy	$Q_{k/2} = 12,5 \text{ kN}$
model jedné nápravy:	
rozteč kol	$B = 1,8 \text{ m}$
součinitel zatížení	$\gamma_Q = 1,5$
dynamický součinitel	$\delta = 1,3$

Pro výpočet je uvažováno pouze se zatížením jedním kolem, na šířku plechu (ve směru osy výkopu) 1,0 m.

$$Q_{k,1} = 12,5 \text{ kN}$$

$$\gamma_Q = 1,5$$

$$Q_{Ed,1} = 12,5 * 1,5 * 1,3 = 24,4 \text{ kN}$$

Zatížení plechem – odhadem navržena tloušťka 30 mm (pro výpočet zatížení):

$$g_k = 78,5 * 0,03 = 2,355 \text{ kN/m}$$

$$\gamma_G = 1,35$$

$$g_{Ed} = 2,355 * 1,35 = 3,18 \text{ kN/m}$$

Vnitřní síly – moment:

Výpočtové rozpětí:

$$l = 1,2 \text{ m}$$

$$M_D = 1/8 * 3,18 * 1,2^2 + 1/4 * 24,4 * 1,2 = 0,4 + 6,1 = 7,8 \text{ kNm}$$

Navrženo:

ocelový plech tloušťky 15 mm, šířka plechů je min. 1,0 m

$$(W = 1/6 * 1,0 * 0,015^2 = 37,5 * 10^{-6} \text{ m}^3, I = 1/12 * 1,0 * 0,015^3 = 2,81 * 10^{-7} \text{ m}^4)$$

Posouzení:

a/ na únosnost (MSÚ)

Posouzení bylo provedeno programem FIN EC – ocel.

1 SO 01 Splašková kanalizace Komárov

2 Norma

Norma výpočtu EN 1993-1-1

Výpočet je proveden podle České národní přílohy.

Součinitel únosnosti průřezu $\gamma_{M0} = 1,000$

Součinitel únosnosti při posouzení stability $\gamma_{M1} = 1,000$

Součinitel únosnosti oslabeného průřezu $\gamma_{M2} = 1,250$

3 Plech

3.1 Vstupní data

Délka dílce: 2,000 m

Průřez

Název: tyč hranatá

KONSTRUKČNÍ OCEL, PLNÝ - TYČ HRANATÁ	
Rozměry průřezu	
výška průřezu	$h = 15,0 \text{ mm}$
šířka průřezu	$b = 1000,0 \text{ mm}$
Průřezové charakteristiky	
průřezová plocha	$A = 1,500\text{E}+04 \text{ mm}^2$
vzdálenost těžiště od levé strany min. obálky průřezu	$y_{cg} = 500,0 \text{ mm}$
vzdálenost těžiště od dolní strany min. obálky průřezu	$z_{cg} = 7,5 \text{ mm}$
moment setrvačnosti k vodorovné těžišťové ose	$I_y = 2,812\text{E}+05 \text{ mm}^4$
moment setrvačnosti ke svislé těžišťové ose	$I_z = 1,250\text{E}+09 \text{ mm}^4$
poloměr setrvačnosti kolmý k vodorovné těžišťové ose	$i_y = 4,3 \text{ mm}$
poloměr setrvačnosti kolmý ke svislé těžišťové ose	$i_z = 288,7 \text{ mm}$
moment tuhosti v prostém kroucení	$I_k = 1,012\text{E}+06 \text{ mm}^4$

Materiál

Název: EN 10025 : Fe 360

Zatížení - vnitřní síly

Celkový počet zatěžovacích případů: 1

Zatěžovací případ	N [kN]	V ₃ [kN]	M ₂ [kNm]	V ₂ [kN]	M ₃ [kNm]	T _t [kNm]	T _ω [kNm]	Bimoment [kNm ²]
Zat. případ 1	0,000	0,000	7,800	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Vzpěr

Délka úseku pro vzpěr $L_z = 2,000 \text{ m}$
Součinitel vzpěrné délky k_z Nezádáno
Délka úseku pro vzpěr $L_y = 2,000 \text{ m}$
Součinitel vzpěrné délky k_y Nezádáno
Délka úseku pro vzpěr $L_\omega = 2,000 \text{ m}$
Součinitel vzpěrné délky k_ω Nezádáno

3.2 Výsledky

Celkové posouzení

Rozhodující zatěžovací případ: Zat. případ 1

Třída průřezu: 3

Vnitřní síly: $N = 0,000 \text{ kN}$; $M_y = 7,800 \text{ kNm}$; $M_z = 0,000 \text{ kNm}$

Posudek nejnepriznivější kombinace prostého tahu a ohybu:

Únosnosti: $M_{y,R} = 8,813 \text{ kNm}$

$|0,000 + 0,885 + 0,000| = |0,885| < 1$ **Vyhovuje**

Štíhlost dílce: 461,9

Průřez vyhovuje

Využití

Využití průřezu: 88,5 %

Vyhoví na únosnost (MSÚ)

b/ na průhyb (MSP)

Posouzení na průhyb nebylo provedeno – jedná se o provizorní konstrukci.

Orientační průhyb (pro desku tloušťky 15 mm a šířky 1000 mm, zatíženou kolem vozidla o hmotnosti do 3,5 t): $w_{z,max} = 5,6 \text{ mm}$

Závěr:

Provizorní překrytí výkopu maximální šířky 1,2 m je navrženo z ocelového plechu tloušťky 15 mm. Plech musí přesahovat hranu výkopu na každé straně minimálně o 500 mm.

Minimální šířka plechů je 1,0 m.

5/ Obsypy potrubí, zpětné zásypy, hutnění

Následující tabulka uvádí způsob hutnění obsypů a zásypů pro různé druhy obsypového a zásypového materiálu a pro různé druhy hutnicích prostředků.

Tab. 5 Přehled hutnění, mocnosti vrstev a počtu pojezdů (ATV A 139)

(v tabulce jsou uvedeny směrné hodnoty; přesné nejnižší a nejvyšší hodnoty lze určit teprve na základě zkoušek)

Druh přístroje		Pohotov. hmot. kg	Třída zhutnitelnosti								
			V1 - nesoudržné a slabě soudržné zeminy (např. písek a štěrk)			V2 - soudržné zeminy se smíšenou zrnitostí (štěrk a písek s větším podílem hlinité a jílovité složky)			V3 - soudržné jemnozrnné zeminy (hlíny a jíly)		
			Vhodnost	Tloušťka vrstvy v cm	Počet pojezdů	Vhodnost	Tloušťka vrstvy v cm	Počet pojezdů	Vhodnost	Tloušťka vrstvy v cm	Počet pojezdů
1. Lehké hutnicí prostředky (převážně pro zónu potrubí)											
Vibrační pěchy	Lehké	- 25	+	- 15	2 - 4	+	- 15	2 - 4	+	- 10	2 - 4
	Střední	25 - 60	+	20 - 40	2 - 4	+	15 - 30	3 - 4	+	10 - 30	2 - 4
Výbušné pěchy	Lehké	- 100	*	20 - 30	3 - 4	+	15 - 25	3 - 5	+	20 - 30	3 - 5
Vibrační desky	Lehké	- 100	+	- 20	3 - 5	*	- 15	4 - 6	-	-	-
	Střední	100-300	+	20 - 30	3 - 5	*	15 - 25	4 - 6	-	-	-
Vibrační válce	Střední	- 600	+	20 - 30	4 - 6	*	15 - 25	5 - 6	-	-	-
2. Střední a těžké hutnicí prostředky (nad zónou potrubí)											
Vibrační pěchy		25 - 60	+	20 - 40	2 - 4	+	15 - 30	2 - 4	+	10 - 30	2 - 4
	Těžké	60-200	+	40 - 50	2 - 4	+	20 - 40	2 - 4	+	20 - 30	2 - 4
Výbušné pěchy	Střední	100-500	*	20 - 40	3 - 4	+	25 - 35	3 - 4	+	20 - 30	3 - 5
	Těžké	500	*	30 - 50	3 - 4	+	30 - 50	3 - 5	+	30 - 40	3 - 5
Vibrační desky	Střední	300-750	+	30 - 50	3 - 5	*	20 - 40	3 - 5	-	-	-
	Těžké	750	+	40 - 70	3 - 5	*	30 - 50	3 - 5	-	-	-
Vibrační válce		600-800	+	20 - 50	4 - 6	+	20 - 40	5 - 6	-	-	-

Vhodnost: + doporučené * většinou vhodné - nevhodné

6/ Postup zkoušení zásypů rýh

Technické parametry dle TP 146 Povolování a provádění výkopů a zásypů pro inženýrské sítě ve vozovkách pozemních komunikací.

Kritériem při polních zkouškách (in situ) je v závislosti na kategorii kontroly a druhu použité technologie obvykle jeden parametr nebo kombinace z těch, které jsou dále uvedeny:

- přímé zkušební metody (viz ČSN 72 1006):

- stanovení objemové hmotnosti,
- stanovení parametru míry zhutnění (D, C, ID), - nepřímé zkušební metody (viz ČSN 72 1006):
- statický modul přetvárnosti a/nebo poměr statických modulů přetvárnosti z druhé a první zatěžovací větve při statické zatěžovací zkoušce¹⁾,
- rázový modul deformace při rázové zatěžovací zkoušce,
- penetrační odpor při dynamické, popř. statické penetrační zkoušce apod.

- 1) Při kontrole modulu přetvárnosti zemní pláně a nestmelených konstrukčních vrstev podle ČSN 73 6126 je to však metoda přímá.

V průběhu provádění obsypu a zásypu rýhy pro uložení kanalizace budou prováděny zkoušky míry hutnění v souladu s ČSN 72 1006. V rámci stavby budou provedeny celkem 4 zkoušky, a to vždy ve třech-čtyřech úrovních (dle hloubky založení potrubí) - v úrovni základové spáry, obsypu, zásypu potrubí a v úrovni silniční pláně (cca 0,4-0,5 m pod niveletou vozovky).

Hodnoty rázového modulu deformace (Mvd)

• Rostlá základová spára		10 MPa
• Zóna obsypu potrubí 30 cm nad potrubím		15 MPa
• Zásypová zóna		30 MPa
• Aktivní zóna + zemní plán	místní komunikace	40 MPa
• Aktivní zóna + zemní plán	krajské komunikace	50 MPa

Poznámka

Pažení a výkopy v blízkosti stávajících objektů musí být prováděny postupným zatlačováním pažení s postupným odtěhováním zeminy, vždy s rozepřením pažení proti zemině, aby nedocházelo k uvolňování zeminy za pažením (nadvýlomům).

Vypracoval: Ing. David Kotek,
autorizovaný inženýr v oborech Statika a dynamika staveb a Pozemní stavby,
členské číslo ČKAIT 1102306

V Ostravě, srpen 2020