

Zak. č. : **3420/DPS-2020**

Arch. č. : **3420_01**

Příl. č. : **D.1.2.a**

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

Stupeň PD : Dokumentace pro provádění stavby (DPS)

Objekt : **SO 02 Splašková kanalizace Suché
Lazce**

Příloha : **D.1.2.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 Suché Lazce



2/ Statické zajištění objektů

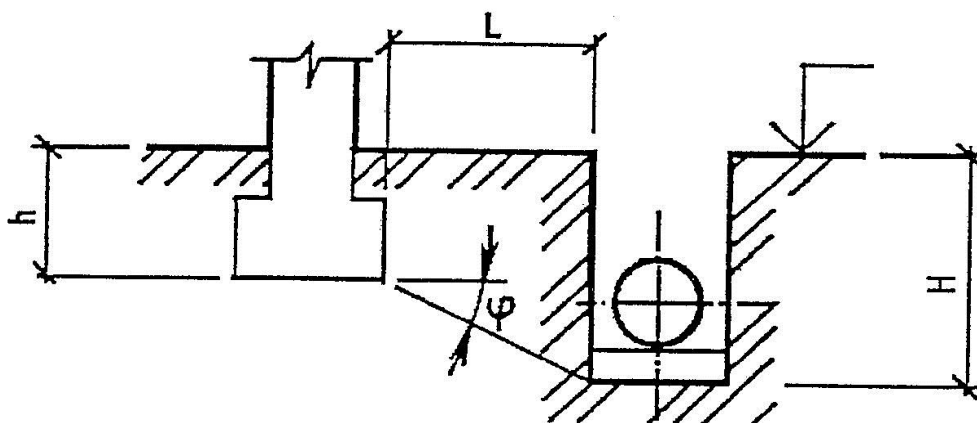
Navržené kanalizační stoky v obci Komárov se v některých lokalitách přibližují stávajícím objektům, převážně rodinným domkům a hospodářským budovám.

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:

Suché Lazce								Mikrozápory	
Stoka	Šachta	Hloubka	Objekt	Bezp.vzdál.	Skut.vzdál.	Zajištění	Poznámka	Délka	Počet
BA	Š1	2,3	Garáže	4,5	3	ANO		5,5	18
BC	Š3	2,6	Č.p. 137 - garáž	4,8	3,1	ANO		5,5	11
BC	Š13	2,8	Č.p. 203 - garáž	5,5	2,5	ANO		6	14
BC-4	RŠ2	2,1	Č.p. 179 - zahradní domek	3,6	2,9	NE	Důsledně pažit		
BF-1	RŠ2, RŠ3	2,4	Č.p. 105/7	4,7	3,2	ANO		5,5	20
BH	Š8	3,1	Č.p. 221 - zahradní domek	6	1,9	ANO		6,5	11
BH	RŠ9-RŠ10	2,2	Č.p. 222	4	2,4	ANO		5	13
BK	Š9	2,9	Č.p. 318	5,3	4,9	NE	Důsledně pažit		
BK	Š3-Š4	2,25	Č.p. 28	4,2	3,1	ANO		5	9
BI	Š1	2,5	Kamenná zídka před kostelem	4,9	3	ANO		5,5	22
BJ	Š1	2,7	Č.p. 48	5,1	4,8	NE	Důsledně pažit		
B	SŠ41-Š42	2,6	Obecní úřad	4,8	3	ANO		5,5	20
B	Š44-Š45	2,8	Restaurace	5,5	2,4	ANO		6,5	75
B	Š52	2,8	Č.p. 101	5,5	3,8	ANO		6,5	9
B	SŠ56-Š57	2,45	Č.p. 43	4,7	3,2	ANO		5	18
B	Š57	2,45	Č.p. 42	4,7	4,1	ANO		5,5	11
B	Š58	2,6	Č.p. 37 - garáž	4,8	3,3	NE	Důsledně pažit		
B	Š59	2,65	Č.p. 36	5	3,5	ANO		5,5	16
B	Š59	2,65	Č.p. 35	5	4	ANO		5,5	15

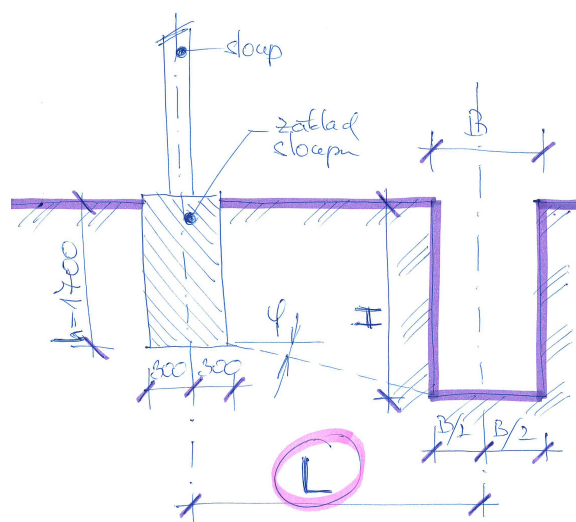
Poznámka:

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.

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

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

2.3/ Popis mikrozápor

Shodné pro objekty i sloupy NV.

Mikrozápory jsou ocelové trubky ($\varnothing 102 \times 8,0$ 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.

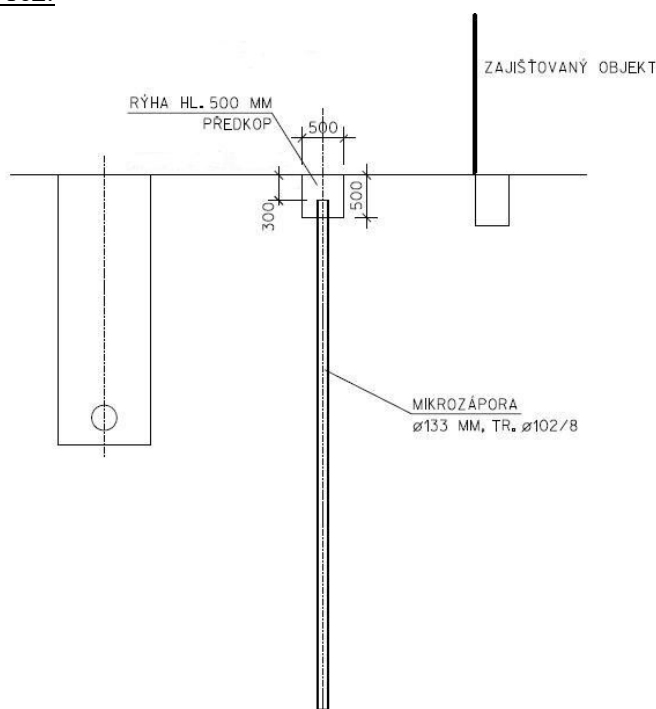
Mikrozápory jsou navrženy půdorysně v přímce (ve svislé rovině) souběžné se zajišťovaným objektem. Půdorysná délka bude stanovena v navazujícím stupni PD u každého objektu individuálně podle konkrétní situace.

Mikrozápory budou prováděny do výkopové rýhy průřezových rozměrů $0,5 \times 0,5$ 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 $\varnothing 102 \times 8,0$ mm, s výškovým přesahem cca 200 mm do výkopové rýhy. Po osazení budou vrty zality 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.

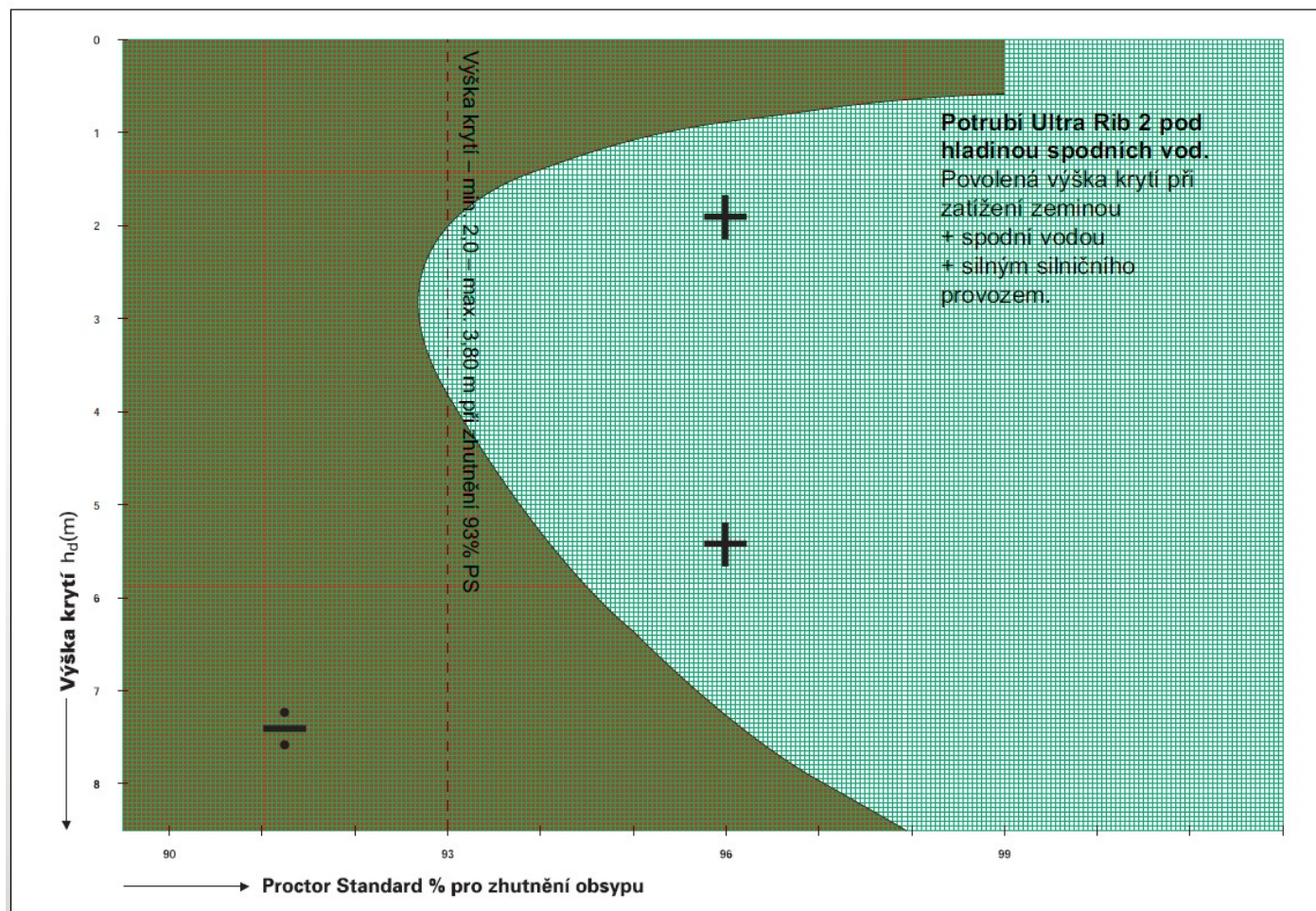
Výška nadloží nad vrcholem trub:

Minimální $H_{\min} = 2,3 \text{ m}$
Maximální $H_{\max} = 3,7 \text{ m}$
 $H \in <2,0 \text{ m}, 3,8 \text{ m}>$

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 Suché Lazce 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 mm.

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

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

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 Suché Lazce

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 hutní 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 zhuštění (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 plášť místní komunikace 40 MPa
- Aktivní zóna + zemní plášť krajské komunikace 50 MPa

Poznámka

Pažení a výkopy v blízkosti stávajících objektů musí být prováděny postupným zatlačováním pažení s postupným odtěžováním 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