

Zak. č. : **3179/DSP-2018**
Arch. č. : **3179/01**
Příl. č. : **D.2.1.a – Příloha č.1**

Město Krnov

Odvedení splaškových vod z lokality Krnov - Ježník

Projektová dokumentace pro provádění stavby (DPS)

D.2.1.a Technická zpráva: Příloha č.1 - Statický výpočet

Hlavní inženýr projektu : Ing. Sergej Gorbunov
Vypracoval : Ing. David Kotek

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

Ing. Serafina Kristková, CSc.: Zakládání staveb – návody do cvičení (vysokoškolská skriptu VUT Brno)

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 navržených kanalizačních trub v podmínkách stavby
- návrh provizorního překrytí výkopových rýh

2/ Statické zajištění objektů

2.1/ Rodinné domy apod.

Navržené kanalizační stoky se v některých lokalitách přibližují stávajícím objektům, převážně rodinným domkům.

V rámci zajištění stability dotčených objektů při výstavbě navrhované kanalizační sítě byl proveden vizuální průzkum těchto objektů, případně byl s majiteli, resp. provozovateli konzultován stav a konstrukční uspořádání těchto objektů (za účelem zjištění hloubky založení).

U všech níže uvedených objektů je nepodsklepená buď jen část objektu, nebo jsou tyto objekty nepodsklepeny v celém rozsahu (v celé délce souběžné s navrženou kanalizací).

Pro předmětné objekty byly zjednodušené příčné řezy se zakreslením odhadovaných základových konstrukcí (hl. založení cca 800 mm), výkopu pro kanalizační potrubí a úhlu vnitřního tření pro konkrétní zeminy v daném místě. Šířka výkopu je pro plastové kanalizační trouby DN 300 uvažována jednotně 1200 mm.

Pro všechny objekty bylo provedeno porovnání osové vzdálenosti potrubí s bezpečnou vzdáleností – ta je dána předpokládanou hloubkou základové spáry stávajících objektů, hloubkou výkopu pro uložení kanalizačního potrubí v daném místě, a úhlem vnitřního tření zeminy v daném místě:

- hloubka základové spáry stávajících objektů - jednotně pro všechny objekty (odhadem):
 $h \cong 0,8$ m (pod úroveň okolního terénu)
- úhel vnitřního tření zeminy – viz. dále (u konkrétních objektů)

Osová vzdálenost osy navržené kanalizace od nejbližšího lince objektu je cca 2,3 m, hloubka výkopu pro uložení kanalizačního potrubí je cca 2,2 m. Pro kanalizační potrubí DN 300 je šířka výkopu 1,2 m.

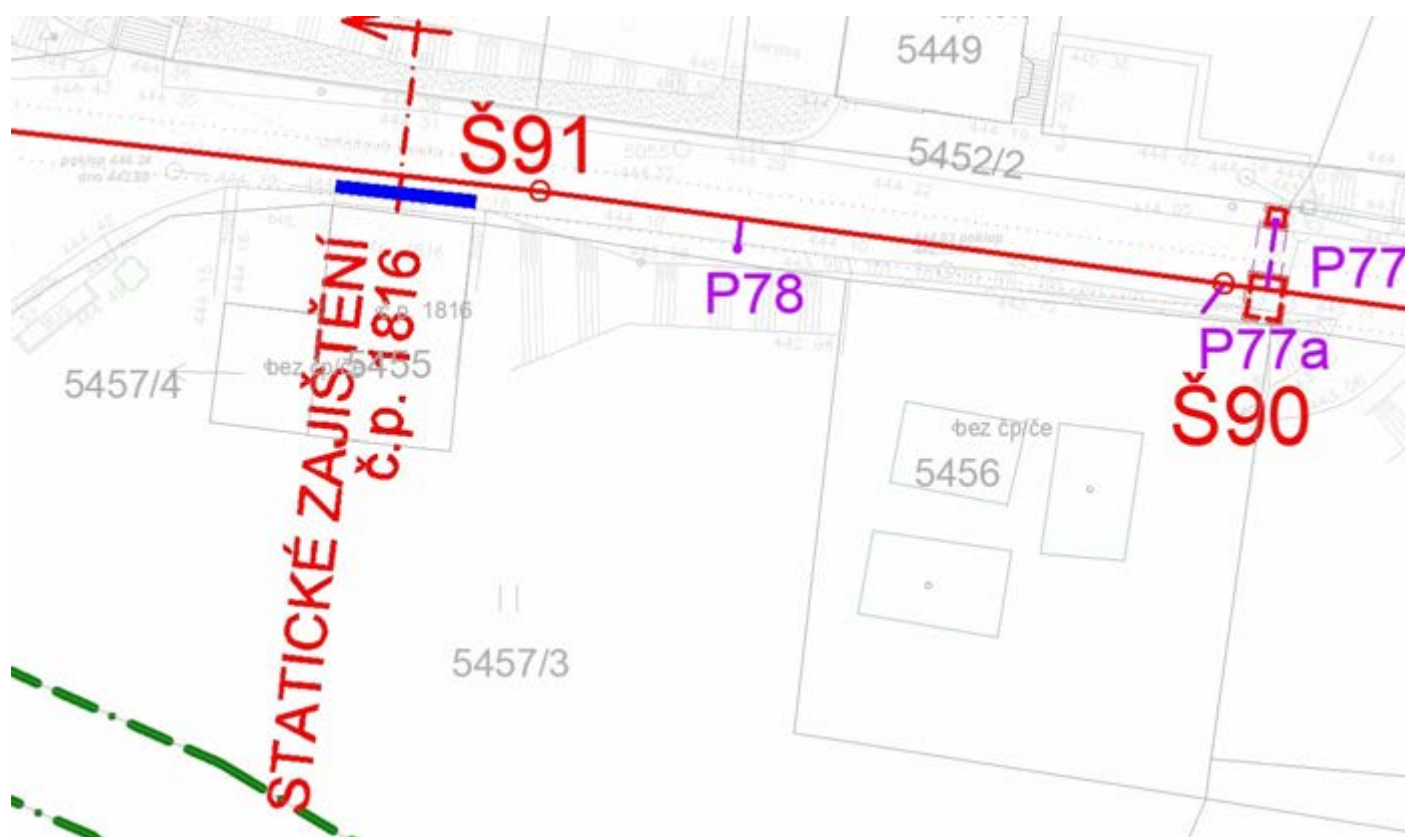
Zeminy – R5-R6, úhel vnitřního tření $\varphi \cong 30^\circ$.

Při výše uvedených délkových a výškových poměrech není možné dodržet bezpečnou vzdálenost – zajištění objektu je navrženo mikrozáporovou stěnou.

Půdorysná délka stěny je navržena 10,0 m, při osově vzdálenosti mikrozápor 0,5 m je navrženo celkem 21 ks mikrozápor.

Svislá délka mikrozápor je v tomto případě navržena 5,0 m.

Půdorysné schéma pro objekt č.p. 1816:



2/ Rodinný dům č.p. 1843 (u Š 66)

Rodinný dům, pravděpodobně nepodsklepený, v těsné blízkosti komunikace.

Osová vzdálenost osy navržené kanalizace od nejbližšího lince objektu je cca 3,6 m, hloubka výkopu pro uložení kanalizačního potrubí je cca 2,9 m. Pro kanalizační potrubí DN 300 je šířka výkopu 1,2 m.

Zeminy – F5, úhel vnitřního tření $\varphi \cong 20^\circ$.

Při výše uvedených délkových a výškových poměrech není možné dodržet bezpečnou vzdálenost – zajištění objektu je navrženo mikrozáporovou stěnou.

Půdorysná délka stěny je navržena 24,0 m, při osově vzdálenosti mikrozápor 0,5 m je navrženo celkem 49 ks mikrozápor.

Svislá délka mikrozápor je v tomto případě navržena 5,0 m.

2.2/ Statické zajištění sloupů nadzemního vedení (NN apod.)

Nově navržené kanalizační stoky procházejí v blízkosti sloupů nadzemního vedení (NN apod.). Předpokládaná hloubka založení sloupů (pata = základová spára) je 1,7 m.

Všechny sloupy, ke kterým se přibližují výkopy pro kanalizaci, budou zajištěny stejným způsobem jako výše uvedené stavby – mikrozáporami. V rámci projektovaných kanalizačních stok je navrženo zajištění **1 ks sloupu – poblíž navržené šachty Š3**.

Pro sloup nadzemního vedení je navrženo 5 ks mikrozápor, osová vzdálenost jednotlivých mikrozápor je 0,5 m, svislá délka mikrozápor je navržena vždy jako minimálně dvojnásobek hloubky výkopu v daném místě – v tomto případě 5,0 m.

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

Poznámka:

Detailní návrh zajištění objektů mikrozáporami je součástí dodavatelské dokumentace.

3/ Posouzení uložení kanalizačních trub v podmínkách stavby

Plastové trouby žebrované

Uložení potrubí je posouzeno podle diagramů pokládky znázorňujících závislost výšky krytí potrubí a zhutnění obsypu.

Potrubí je vedeno pod místní komunikací. Pro posouzení podle výše uvedených diagramů pokládky je pro všechny případy uvažováno s potrubím pod komunikací s normálním silničním provozem.

Pro posouzení je uvažováno s tím, že potrubí bude uloženo nad hladinou podzemní vody.

Posouzení potrubí

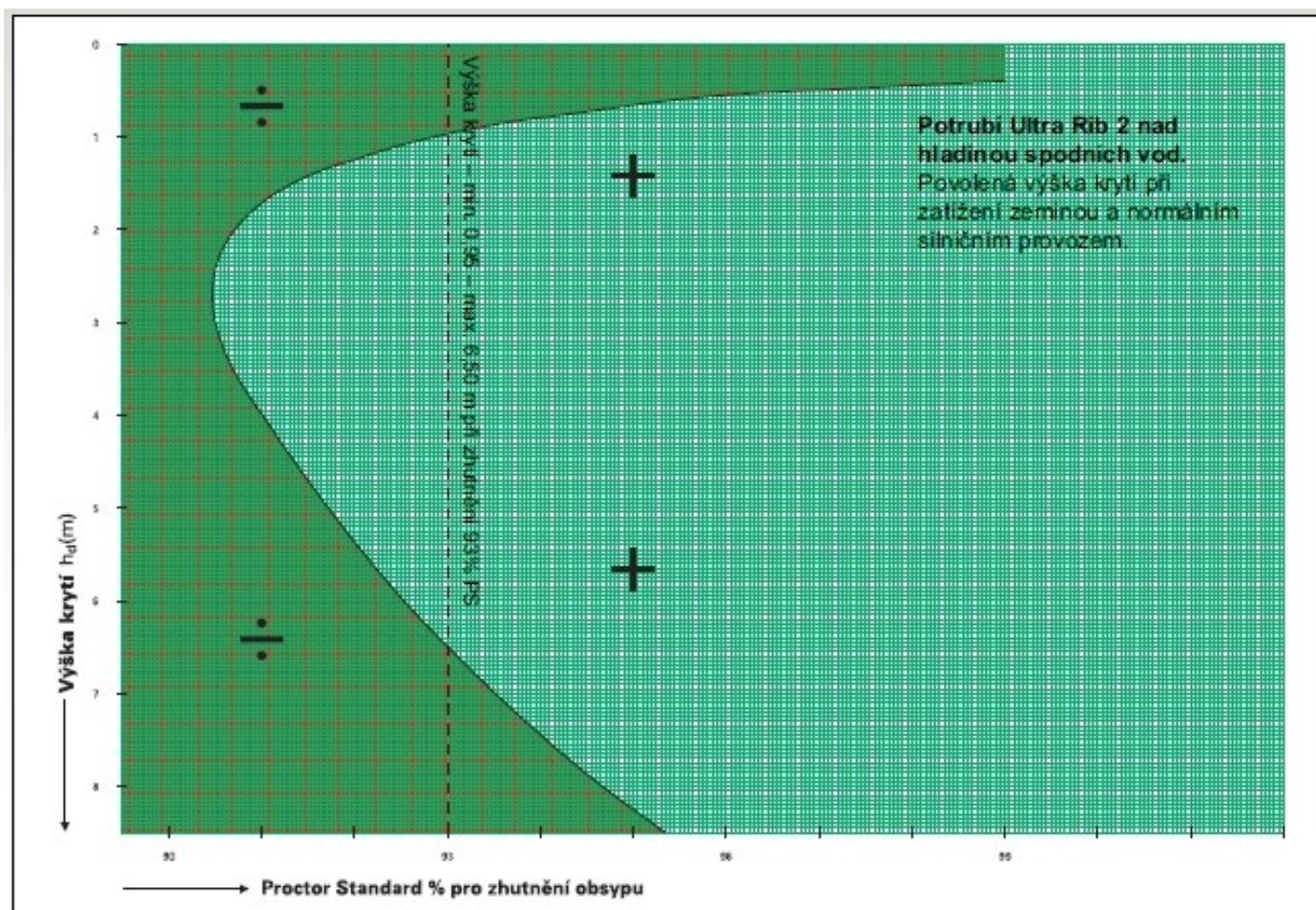
Výška nadloží nad vrcholem trub:

Minimální $H_{\min} = 1,4 \text{ m}$

Maximální $H_{\max} = 5,5 \text{ m}$

$H \in <0,96 \text{ m}, 6,5 \text{ m}>$

Diagram pro bezpečné uložení potrubí Ultra Rib 2 (pískové sedlo).



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

Závěr:

Navržené kanalizační trouby – žebrované kanalizační trouby PP SN 10 DN 300 a DN 400– vyhoví pro uložení v pískovém sedle.

4/ 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

5/ 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 pláň 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 pláň (cca 0,4-0,5 m pod niveletou vozovky).

Hodnoty rázového modulu deformace (Mvd)

• Rostlá základová spára		15 MPa
• Zóna obsypu potrubí 30 cm nad potrubím		20 MPa
• Zásypová zóna		30 MPa
• Aktivní zóna + zemní pláň	místní komunikace	45 MPa
• Aktivní zóna + zemní pláň	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.

6/ 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:

$$l = 1,0 \text{ m}$$

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

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 Město Krnov – Odvedení splaškových vod z lokality Krnov - Ježník

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 mm
šířka průřezu	b = 1000,0 mm
Průřezové charakteristiky	
průřezová plocha	A = 1,500E+04 mm ²
vzdálenost těžiště od levé strany min. obálky průřezu	y _{cg} = 500,0 mm
vzdálenost těžiště od dolní strany min. obálky průřezu	z _{cg} = 7,5 mm

KONSTRUKČNÍ OCEL, PLNÝ - TYČ HRANATÁ	
moment setrvačnosti k vodorovné těžišťové ose	$I_y = 2,812E+05 \text{ mm}^4$
moment setrvačnosti ke svislé těžišťové ose	$I_z = 1,250E+09 \text{ mm}^4$
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	$I_k = 1,012E+06 \text{ mm}^4$

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

VzpěrDélka úseku pro vzpěr $L_z = 2,000 \text{ m}$ Součinitel vzpěrné délky k_z NezádánoDélka úseku pro vzpěr $L_y = 2,000 \text{ m}$ Součinitel vzpěrné délky k_y NezádánoDélka 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 nejnepríznivější 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 1,0 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.

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

V Ostravě, listopad 2019