

*Zak. č. : 2928-2/DSP-2016*

*Arch. č. : 2928-2/03*

*Příl. č. : D.2.b.9*

***Statutární město Frýdek - Místek***

# ***Výstavba vodovodního řadu - Panské Nové Dvory - lokalita č.2***

***Projektová dokumentace pro provádění stavby (DPS)***

## ***D.2.b.9 Statický výpočet***

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

# 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 1991-2 – Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 2: Zatížení mostů dopravou

ČSN EN 1993-1-1 Eurokód 3: Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

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

## 2. Předmět statického výpočtu

Předložený statický výpočet řeší posouzení objektů na vodovodním řadu – vodoměrnou šachtu a vlastní vodovodní potrubí.

Dále je v konceptu řešeno pažení výkopové jámy vodoměrné šachty.

Součástí předloženého statického výpočtu je i návrh provizorního překrytí výkopů pro přejezd lehkých vozidel.

# Vodoměrná šachta

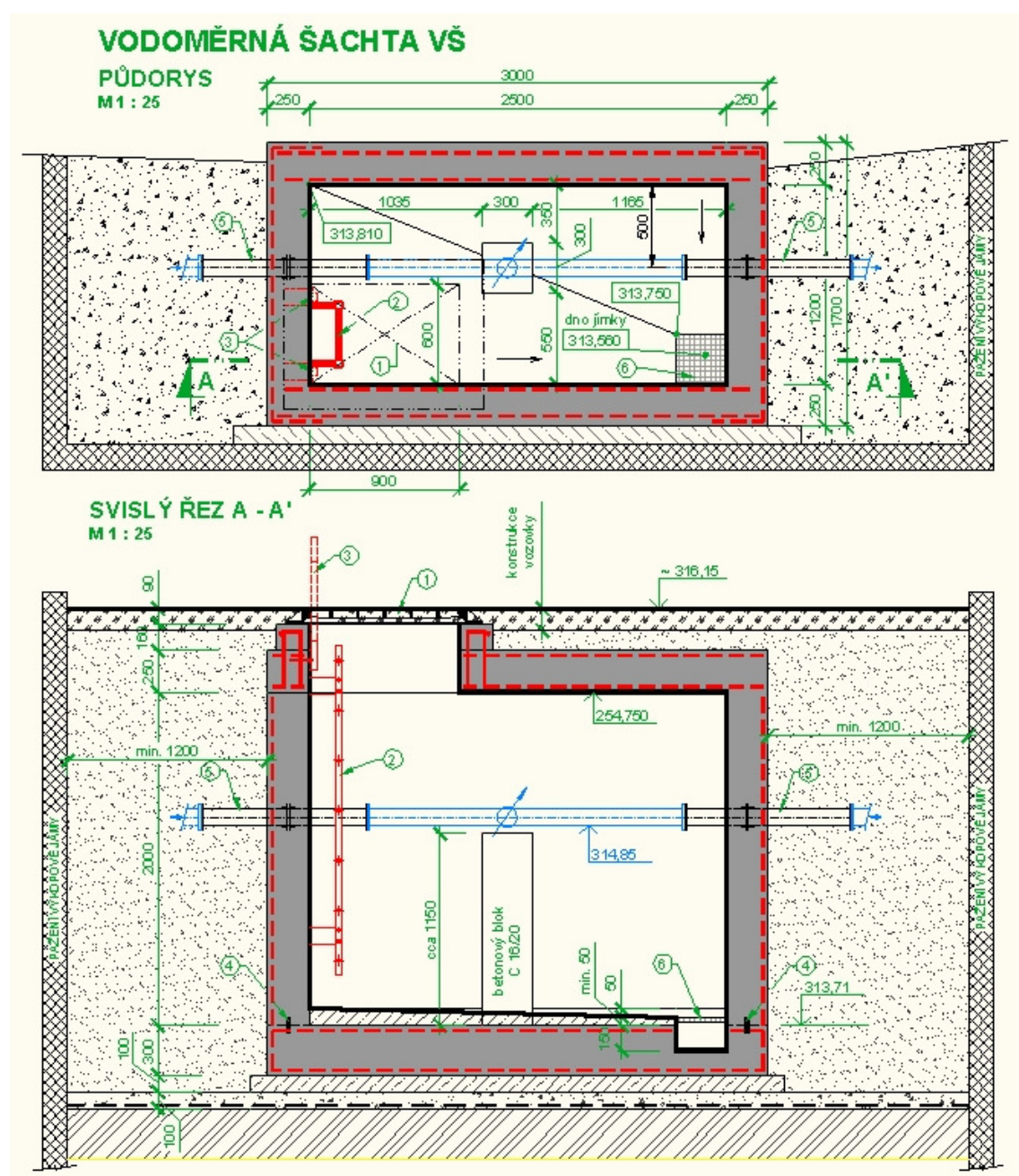
## Stručný popis

Vodoměrná šachta je navržena jako monolitický železobetonový podzemní objekt půdorysných rozměrů (vnějších) 1,7 x 3,0 m. Světlá výška je navržena 2,0 m.

Tloušťka dna je navržena 0,3 m, tloušťka stěn a stropní desky 0,25 m.

Vodoměrná šachta je situována v místní komunikaci.

Schéma:



### Založení VŠ

Vodoměrná šachta je navržena v paženém výkopu. Pažení je navrženo ze svislých ocelových pažnic UNION, rozeprvených vodorovnými rámy z ocelových válcovaných I profilů.

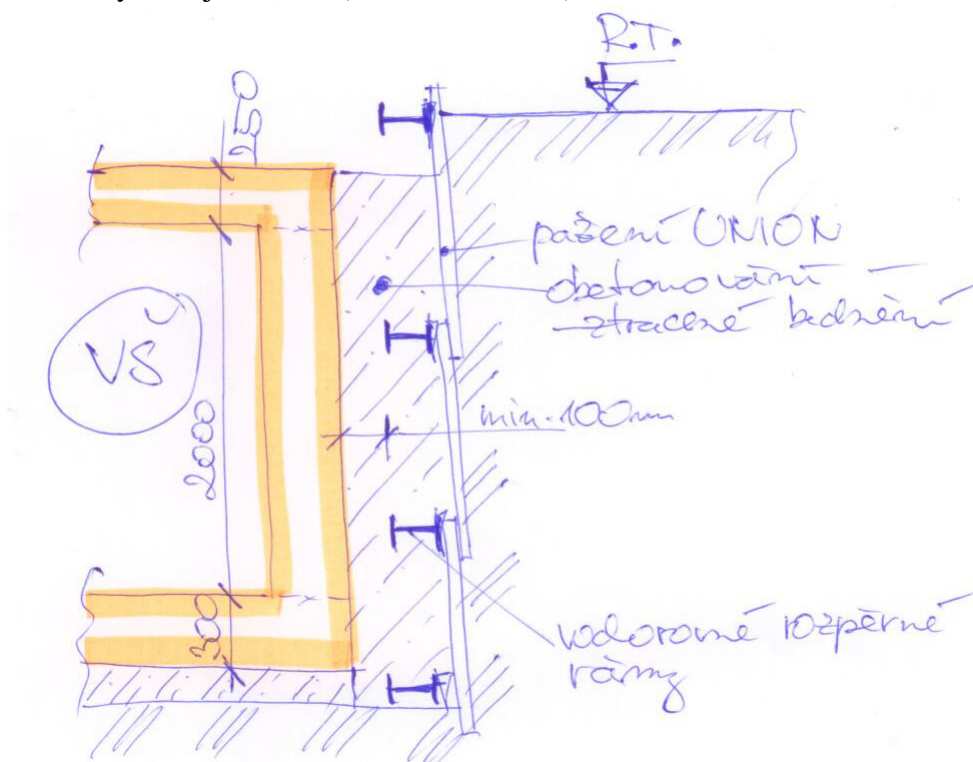
Šachta je v těsné blízkosti stávajícího objektu č. 2203 na ul. Slezská – odbočka na ul. Panské Nové Dvory. Jedná se o stávající rodinný dům, přízemní. Objekt je částečně podsklepený (na straně k ul. Slezská). Ze strany ul. Panské Nové Dvory je objekt pravděpodobně nepodsklepený – úroveň základové spáry je je uvažována v hloubce max. 0,8 m pod úroveň terénu/komunikace.

Vodoměrná šachtice má základovou spáru v hloubce cca 3,0 m pod úroveň terénu/komunikace. Vodorovná vzdálenost mezi objektem RD a navrženou vodoměrnou šachticí je min. 2,0 m. Z tohoto důvodu je pažení ze strany stávajícího RD navrženo jako ztracené bednění – je navržena minimální vzdálenost mezi vodorovnými rámy pažení a vnějším lícem stěny vodoměrné šachty, aby bylo možné dodržet co největší vzdálenost pažení od stávajícího RD.

Pažení ze strany RD bude obetonováno hubeným betonem, který bude sloužit jako ztracené bednění pro betonáž stěny VŠ.

Pažení na straně stávajícího RD (ztracené bednění) zůstane zachováno, pažení zbývajících tří stran výkopové jámy bude po dokončení VŠ a při postupném provádění obsypu VŠ postupně odstraňováno.

Schéma pažení ze strany stávajícího RD (ztracené bednění):



### Poznámky:

1. Návrh pažení je pouze koncepční, podrobný návrh pažících konstrukcí je součástí dodavatelské dokumentace.

Výztuž železobetonových konstrukcí – KARI síť 6/100 x 6/100 mm.

## 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 jemnozrné 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

## 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 zkoušce I),
- 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		15 MPa
• Zóna obsypu potrubí 30 cm nad potrubím		20 MPa
• Zásypová zóna		30 MPa
• Aktivní zóna + zemní plášť	místní komunikace	45 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.

## 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 cca 1,0 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:

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

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

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 Výstavba vodovodního řadu – Panské nové Dvory – lokalita č.2****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 <sub>3</sub> [kN]	M <sub>2</sub> [kNm]	V <sub>2</sub> [kN]	M <sub>3</sub> [kNm]	T <sub>t</sub> [kNm]	T <sub>ω</sub> [kNm]	Bimoment [kNm <sup>2</sup> ]
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  $k_z$  Nežadáno

Délka úseku pro vzpěr  $L_y = 2,000 \text{ m}$

Součinitel vzpěrné délky  $k_y$  Nežadáno

Délka úseku pro vzpěr  $L_\omega = 2,000 \text{ m}$

Součinitel vzpěrné délky  $k_\omega$  Nežadáno

### 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 1,0 m je navrženo z ocelového plechu tloušťky 15 mm. Plech musí přesahovat hranu výkopu na každé straně minimálně o 500 mm.**

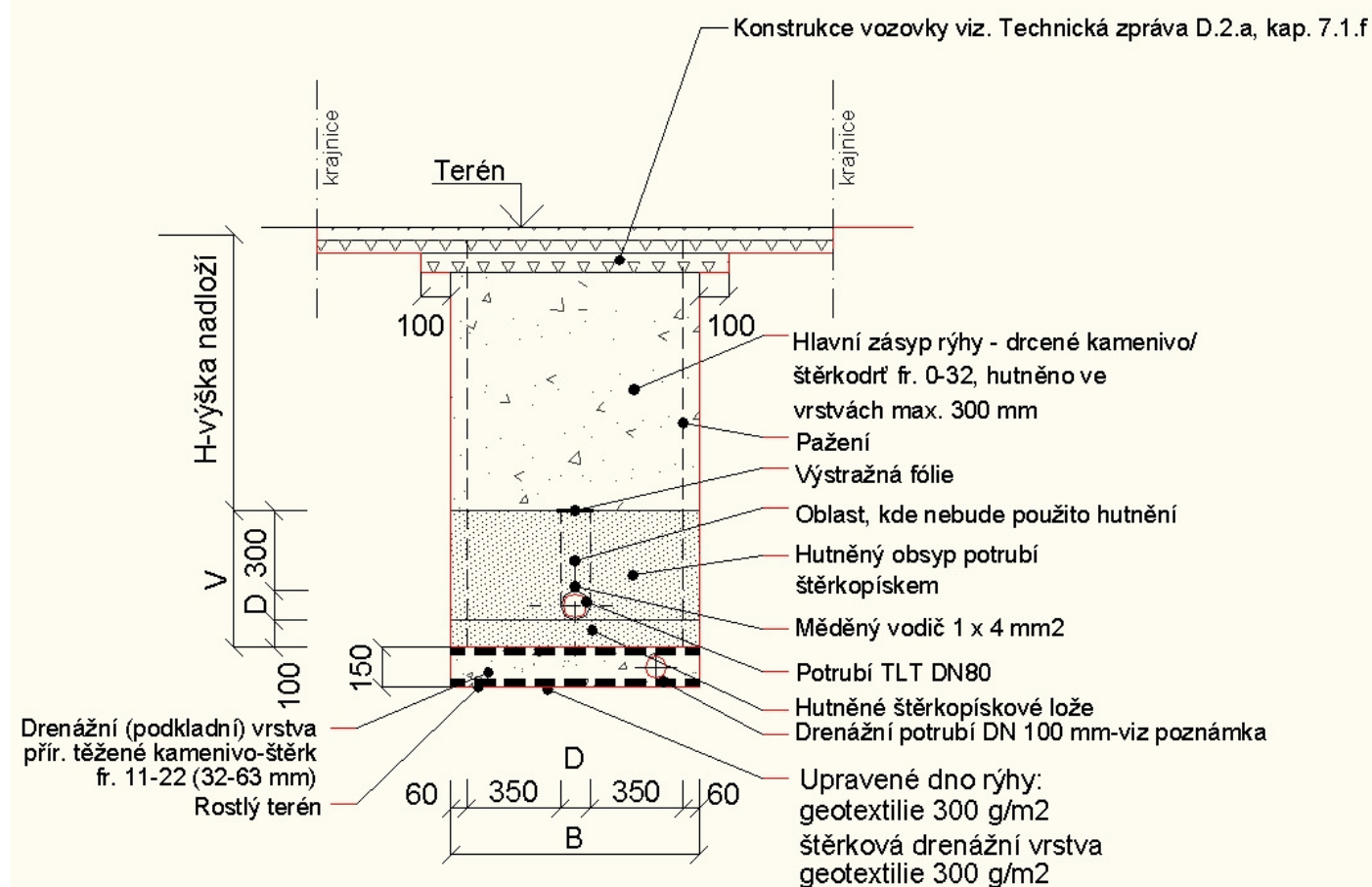
**Minimální šířka plechů je 1,0 m.**

## Vodovodní potrubí

Vodovodní potrubí je navrženo z tvárné litiny DN 80.

Uložení potrubí je navrženo podle zásad a předpisů výrobce trub, potrubí není dále staticky posuzováno – vyhoví.

### TLT DN80 svislý výkop



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

V Ostravě, červen 2018