

**Oprava LB, PB zdi Okrouhlického potoka ve Skalici u České Lípy**

**Pažící konstrukce a podchycení stávajícího zdiva  
Návrh a statický výpočet**

**Horoušany, červen 2017**

**Doc.Ing.Jan Masopust, CSc**

## Oprava LB a PB zdi Okrouhlického potoka ve Skalici u České Lípy Pažící konstrukce a podchycení stávajícího zdiva – návrh a statický výpočet

---

### 1. Úvod, podklady

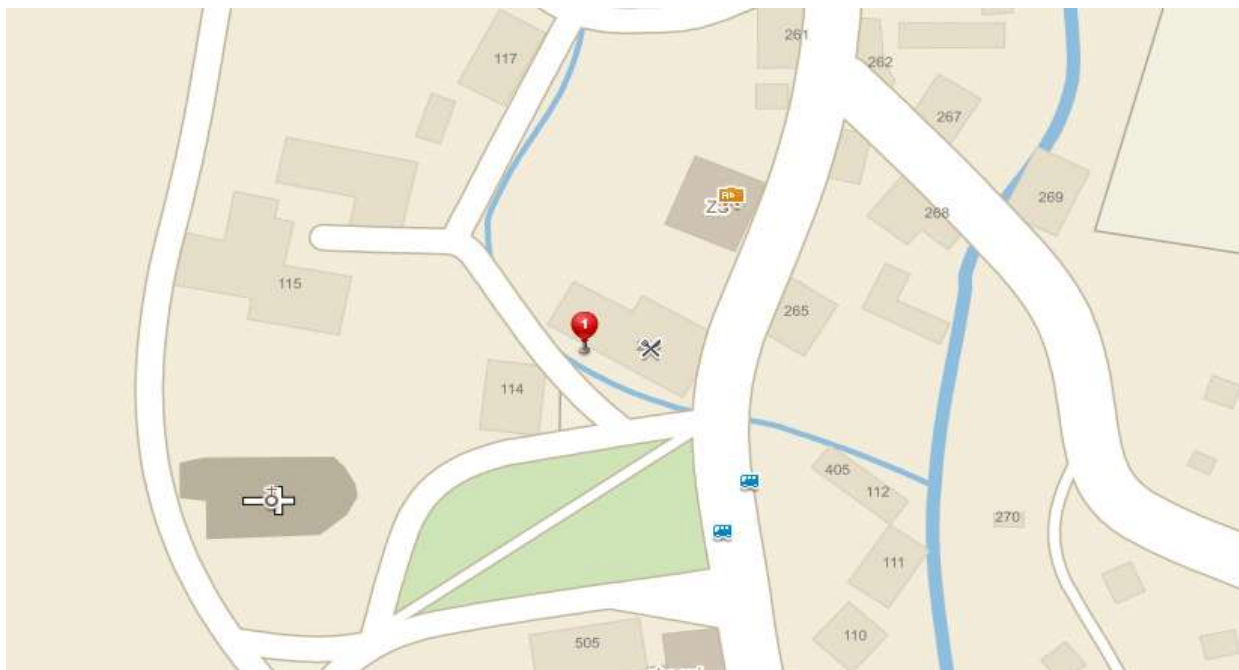
Na základě objednávky od firmy Mürabell, s.r.o., Hudlice, předkládám návrh a statické posouzení pažících konstrukcí a podchycení stávajícího zdiva v rámci opravy levobřežních a pravobřežních zdí Okrouhlického potoka v obci Skalice u České Lípy. Návrh byl vypracován na základě následujících podkladů předaných objednatelem:

- a) Skalice u České Lípy, průběžné vyhodnocení IGP vč. popisu a situace průzkumného vrtu, (nedatováno, nepodepsáno),
- b) Oprava LB, PB zdi Okrouhlického potoka ve Skalici u čp.266, výkresy: koordinační situace, podélný profil, příčné řezy, vzorový příčný řez, Mürabell, s.r.o., Hudlice, DSP, 07/2017
- c) Oprava LB, PB zdi Okrouhlického potoka ve Skalici u čp.266, fotografie stávajícího stavu, Mürabell, s.r.o., Hudlice, DSP, 06/2017
- d) Projednání návrhu pažících a podchytávacích konstrukcí dne 21.6.2017.

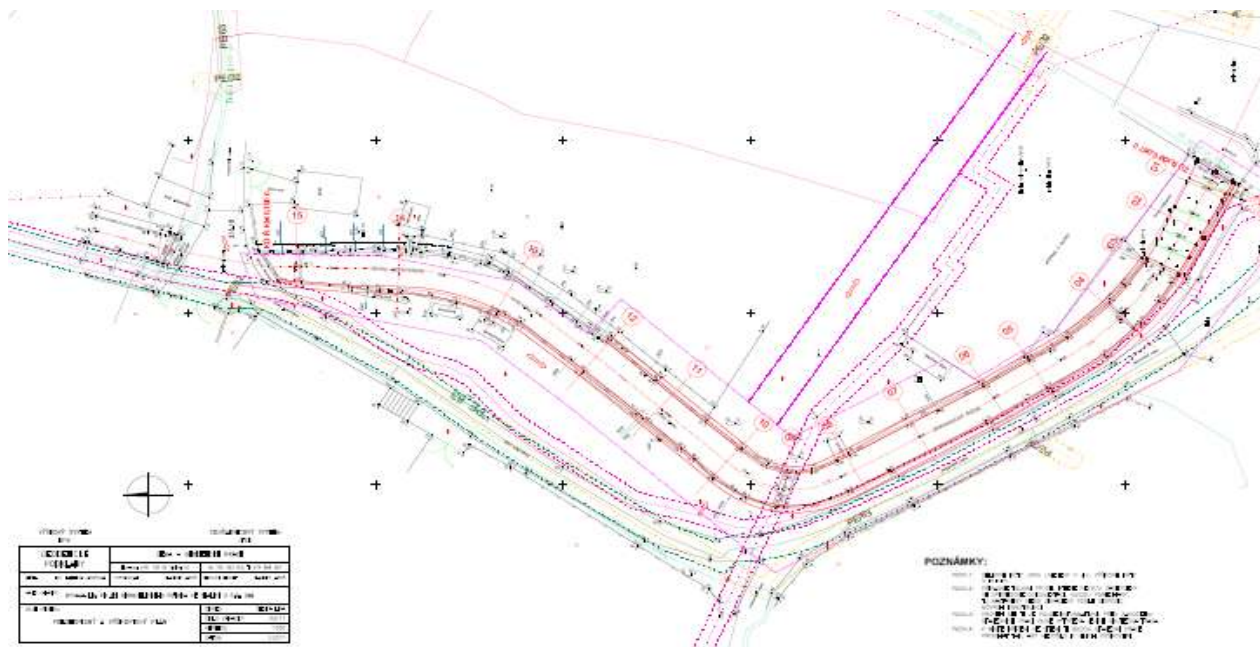
Úkolem je v rámci projektu stupně DSP návrh a statické posouzení jednak pažících konstrukcí potřebných pro výkopy a stavbu nových nábrežních zdí, jednak návrh podchycení stávající obvodové zdi u části objektu „Hostinec u Slunce“.

### 2. Stručný popis stavby, předpokládané geotechnické poměry na staveništi

Obcí Skalice u České Lípy protéká Okrouhlický potok, jenž je regulován stávajícími levobřežními a pravobřežními zdmi a ústí do potoka Šporka, obr.1. Tyto zdi nejsou v dobrém stavebním stavu a vyžadují sanaci a rekonstrukci.



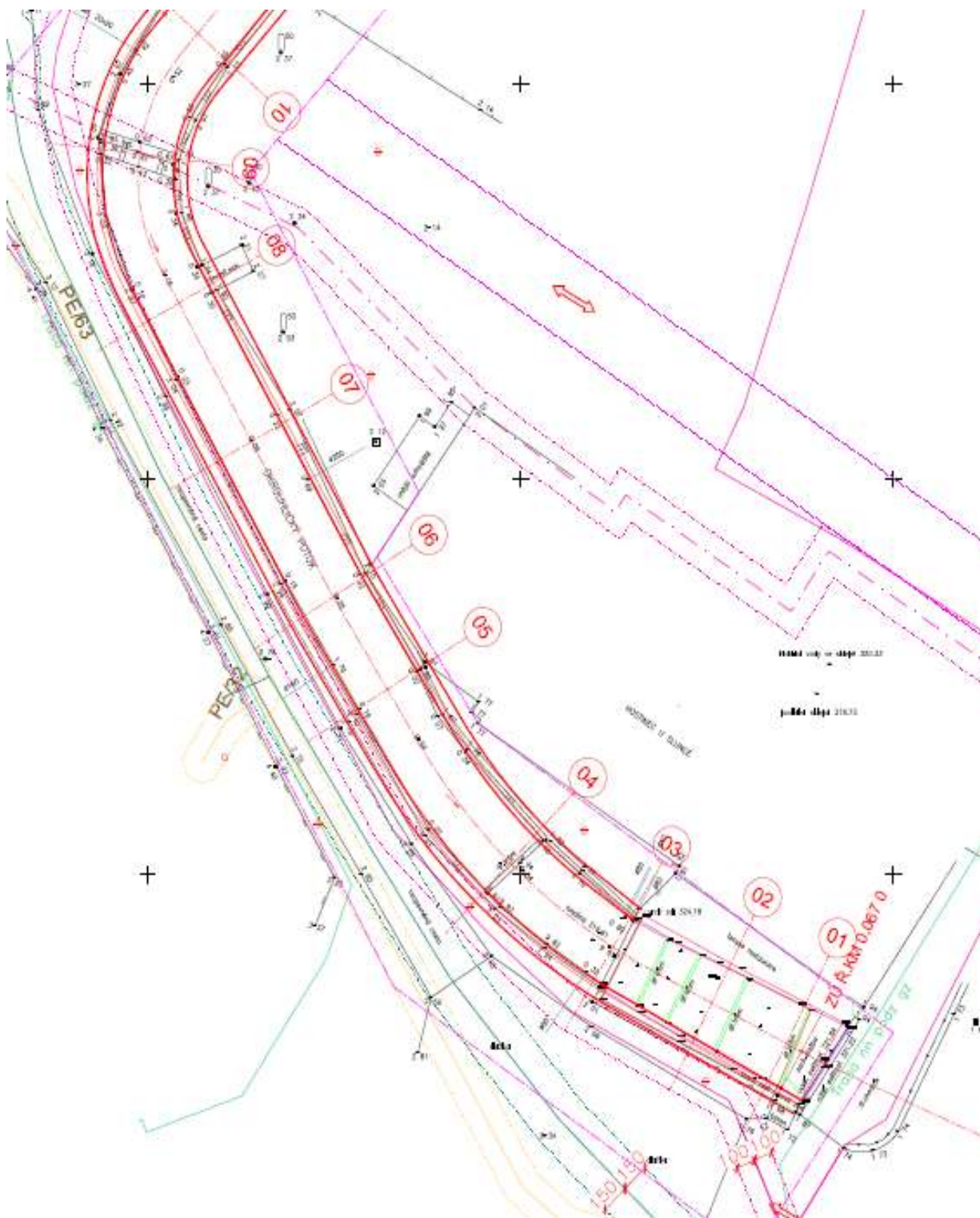
Obr.1 Situace stavby, převzato z portálu mapy/seznam.cz



Půdorys úseku, kde jsou vyžadovány práce speciálního zakládání staveb je na obr.3. Popis předpokládaných pažicích a podchyťovacích prací v této oblasti je v následující tabulce č.1.

### *Stručný popis navrhovaných prací speciálního zakládání staveb v jednotlivých úsecích*

Úsek od - do	Délka úseku /m/	Popis navrhovaných prací	
		Levobřežní zeď	Pravobřežní zeď
01 - 03	≈ 11,0	bez pažení – ponechána stávající zeď (Z- stěna, resp. MZ stěna)	pažící konstrukce za rubem stávající zdi (Z- stěna, resp. MZ stěna)
03 - 05	≈ 18,0	pažící konstrukce za rubem stávající zdi (MZ stěna)	pažící konstrukce za rubem stávající zdi (MZ stěna)
05 - 06	≈ 7,0	podchycení stávající obv. zdi „Hostince U Slunce“ (dvouřadá TI)	pažící konstrukce za rubem stávající zdi (MZ stěna)
06 – 07	≈ 7,6	pažící konstrukce za rubem stávající zdi (MZ stěna)	pažící konstrukce za rubem stávající zdi (MZ stěna)
07 – 08/09	≈ 13,5	svahovaný výkop	pažící konstrukce za rubem stávající zdi (MZ stěna)
09 - 15	≈ 66,2	svahovaný výkop	svahovaný výkop



Obr.3 Půdorys sanovaného úseku s pažícími konstrukcemi a s podchycením, převzato z b)

V tabulce č.1 jsou použity následující zkratky:

- Z-stěna je záporové pažení nekotvené, nerozepřené,
- MZ-stěna je mikrozáporové pažení rozepřené,
- TI jsou sloupky tryskové injektáže sloužící k podchycení stávající obvodové zdi.

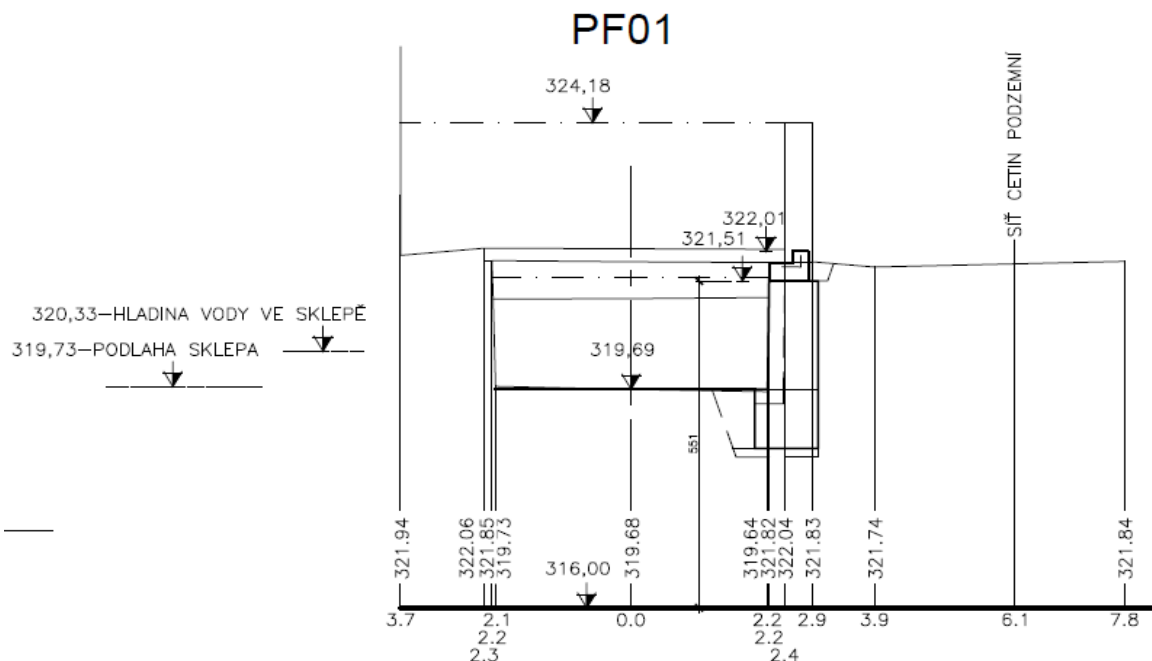
Zájmové zemí je prakticky rovinné a nachází se v rozmezí nadmořských výšek 321,90 – 323,1 m n.m., dno Okrouhlického potoka spadá cca 0,8 % od řezu 08 k řezu 01 a je na úrovni 320,17 m n.m. až 319,69 m n.m. Terén na levém břehu je o 0,5 – 0,8 m výše než na břehu pravém, kde paralelně s potokem je vedena místní nezpevněná komunikace. Běžná hloubka vody v potoce je 0,1 až 0,2 m.

Geotechnické poměry na staveništi jsou velmi stručně popsány v podkladu a). Lokalita náleží do České křídové tabule, kde předkvartérní podloží je budováno křídovými sedimenty charakteru pískovců, které jsou v povrchové zóně zvětralé a mají charakter poloskalní horniny tř. R5, níže pak budou navětralé, charakteru zřejmě R4. Povrch tohoto podloží byl průzkumným vrtem Sk 1 situovaným na levém břehu Okrouhlického potoka zhruba mezi řezy 07 – 08 zastižen v hl. 7,80 m, tj. na úrovni 314,50 m n.m., když ohlubeň vrtu byla na kótě 322,30 m n.m. V nadloží byla zastižena 5,70 m mocná vrstva písku středně zrnitého, hlinitého a zvodněného, jejíž horní část je tvořena zřejmě fluvialními náplavy potoka, ve spodní části se pak nachází eluvium poloskalního podloží velmi podobné kvality. Tato zemina byla zaříděna jako S4 (SM). Terén je vyrovnán vrstvou hlinitokamenité a málo ulehlé navážky o mocnosti 2,10 m. Tento schématický modelový geotechnický profil bude zřejmě platný pro celý sanovaný úsek, i když v místech nábrežních zdí se mohou nacházet navážky zasahující do větší hloubky, tj. až do úrovně základové spáry plošného založení zdí stávajících jakožto pozůstatek minulých stavebních prací. Hladina podzemní vody ve vrtu byla naražena na úrovni -2,40 m = 319,90 m n.m., ustálila se na úrovni -1,89 m = 320,41 m n.m.

### 3. Návrh zajištění výkopů a podchytávacích prací

#### 3.1 Pravobřežní úsek mezi řezy 01 – 03

Charakteristický příčný řez stávající zdi je na obr.4; pohled na stávající zeď je na foto 1. V tomto úseku je potok zastropen žb. deskou (resp. žb. panely). Zejména z foto 2 je patrný rozdíl mezi kvalitou levobřežní zdi, která zůstane zachována a pravobřežní zdi, která bude vybourána a znovu postavena v zapaženém výkopu.



Obr.4 Příčný řez PF 01 platný pro úsek řezu 01 – 03, převzato z podkladu b)





*Foto 1 Pohled na nábrežní zdi pod zastropením mezi profily 01 – 03, převzato z podkladu c)*

Pro zajištění svislého výkopu za rubem pravobřežní zdi, kdy účelem je rovněž zajištění průjezdnosti na stávající komunikaci navrhujeme:

- a) Záporové pažení nekotvené, nerozepřené,
- b) Mikrozáporové pažení, rozepřené.

Dohodnuty bylo vypracování obou variant pažení výkopu, z nichž lze pro realizaci vybrat tu vhodnější dle příslušných kritérií výběru.

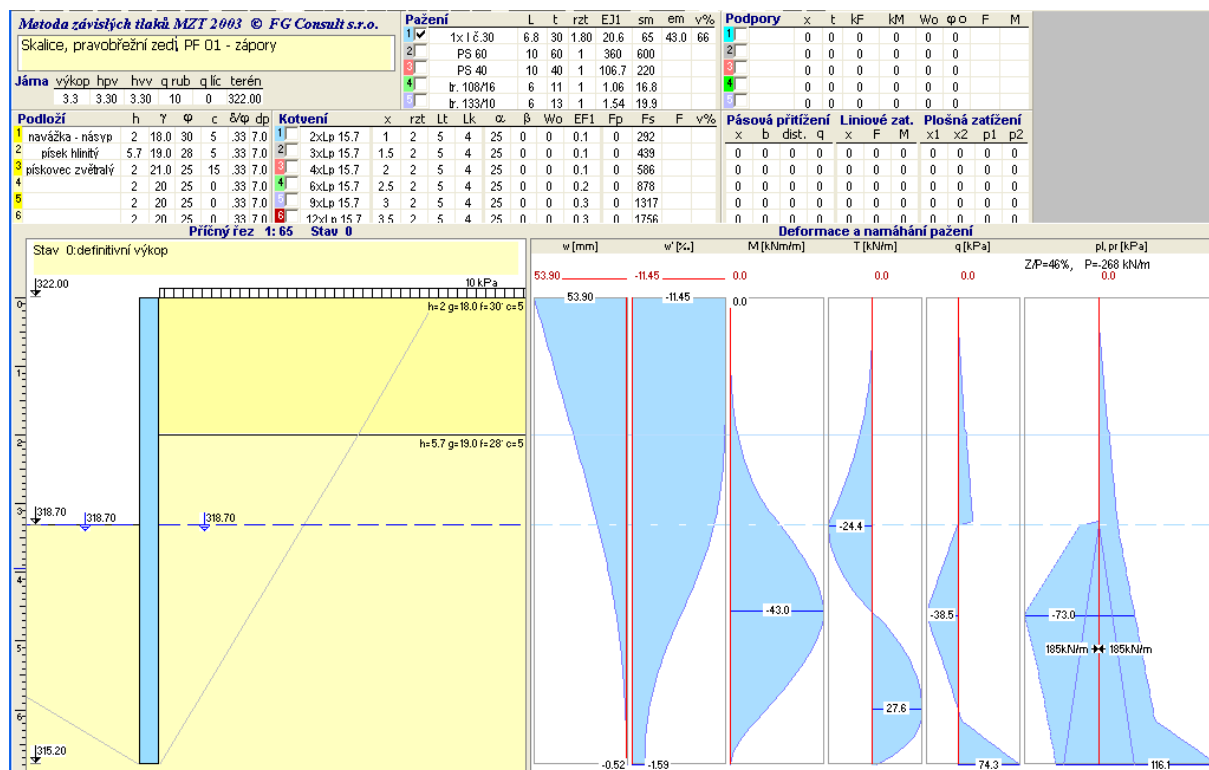
#### Ad a) Záporové pažení

Navrhujeme realizaci svislých záporů za rubem stávající zdi a to na volnou výšku  $H_{\max} = 3,30$  m, což odpovídá řezu PF 01, když v řezu PF 02 je  $H = 3,26$  m a v řezu PF 03 je  $H = 3,20$  m. Záporů z profilů I č.300 dl. 7,0 m budou prováděny jako vrtané, ukládané do vrtů prof. 630 mm délky  $L = 6,8$  m v osových vzdálenostech  $B = 1,80$  m, přičemž záporů budou v úrovni pod budoucím dnem výkopu (pod kótou 318,80 – 318,70 m n.m.) zabetonovány hubeným betonem C8/10, výše budou zasypány vyvrtaným materiálem. Pažiny mezi záporami volíme buď polštáře tl. 100 mm, nebo i kulatinu příslušné tuhosti, což odpovídá průměru 130 mm.

Statické posouzení:

- záporů I č.300 ( $W = 0,000653 \text{ m}^3$ )  
 $\max M = 1,8.43 = 77,4 \text{ kNm}$   
 $\sigma = 0,0774/0,000653 = 118,53 \text{ MPa} < 185 \text{ MPa} - \text{vyhovuje}$

- pažiny (tl. 100 mm,  $W = 0,00167 \text{ m}^3/\text{m}$ )  
 $p = (10,0 + 3,3 \cdot 18,0) \cdot 0,33 = 22,9 \text{ kN/m}^2$   
 $\max M = 1/8 \cdot 22,9 \cdot 1,75^2 = 8,77 \text{ kNm}$   
 $\sigma = 0,00877/0,00167 = 5,25 \text{ MPa} < 8,50 \text{ MPa} - \text{vyhovuje}$



Výpočet záporového pažení v řezu PF 01 – def. výkop

#### Ad b) Mikrozáporové pažení

Navrhujeme realizaci svislých mikrozápor (MZ) za rubem stávající zdi a to na volnou výšku  $H_{\max} = 3,30 \text{ m}$ , což odpovídá řezu PF 01, když v řezu PF 02 je  $H = 3,26 \text{ m}$  a v řezu PF 03 je  $H = 3,20 \text{ m}$ . MZ z profilů HEB č.140 dl. 5,00 m budou prováděny jako vrtané, ukládané do vrtů min. prof. 230 mm délky  $L = 4,80 \text{ m}$  v osových vzdálenostech  $B = 1,20 \text{ m}$  do cementové zálivky. MZ budou na úrovni cca 321,00 m n.m. opatřeny převázkou z dvojice U č.160 dl. cca 1,20 m (vždy přes 2 MZ) a v této úrovni budou rozepřeny do protilehlé stávající (levobřežní) zdi pomocí ocelových vodorovných trubních rozpěr prof. 159/4,5 mm dl. cca 5,20 m. Pažiny mezi MZ volíme buď z fošen tl. 60 mm, nebo z ocelových pažin UNION, přičemž je třeba dbát na malé mezery mezi pažinami, kterými by mohla event. prosakovat voda.

Statické posouzení:

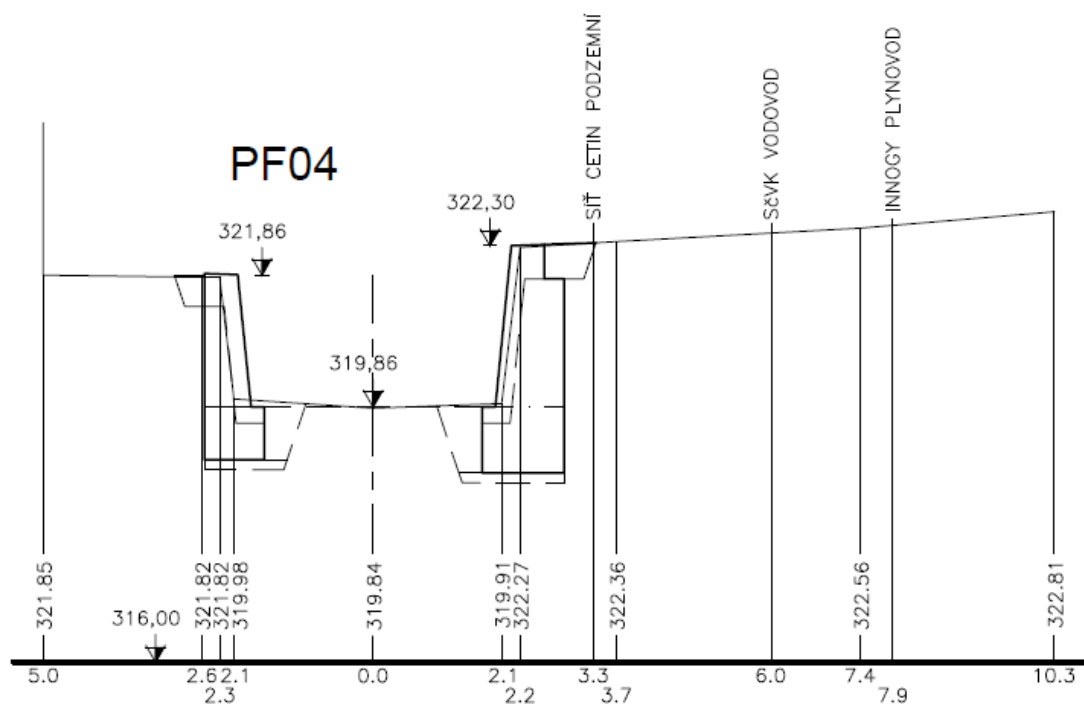
- mikrozápory HEB 140 ( $W = 0,000216 \text{ m}^3$ )  
 $\max M = 1,2 \cdot 9,3 = 11,2 \text{ kNm}$   
 $\sigma = 0,0112/0,000216 = 51,85 \text{ MPa} < 185,0 \text{ MPa} - \text{vyhovuje}$
- převázky 2xU č.160 ( $W = 0,000232 \text{ m}^3$ )  
 $\max M = 1/4 \cdot 39,1 \cdot 2 = 11,7 \text{ kNm}$   
 $\sigma = 0,0117/0,000232 = 50,43 \text{ MPa} < 185,0 \text{ MPa} - \text{vyhovuje}$





### 3.2 Úsek zdi mezi řezy 03 – 05

Charakteristický příčný řez stávajícími zdmi je na obr.5; pohled na stávající zdi je na foto 2. V tomto úseku jsou obě zdi ve špatném technickém stavu vyžadujícím sanaci. Za levobřežní zdi je určitý prostor, který umožní zřízení MZ pažení.



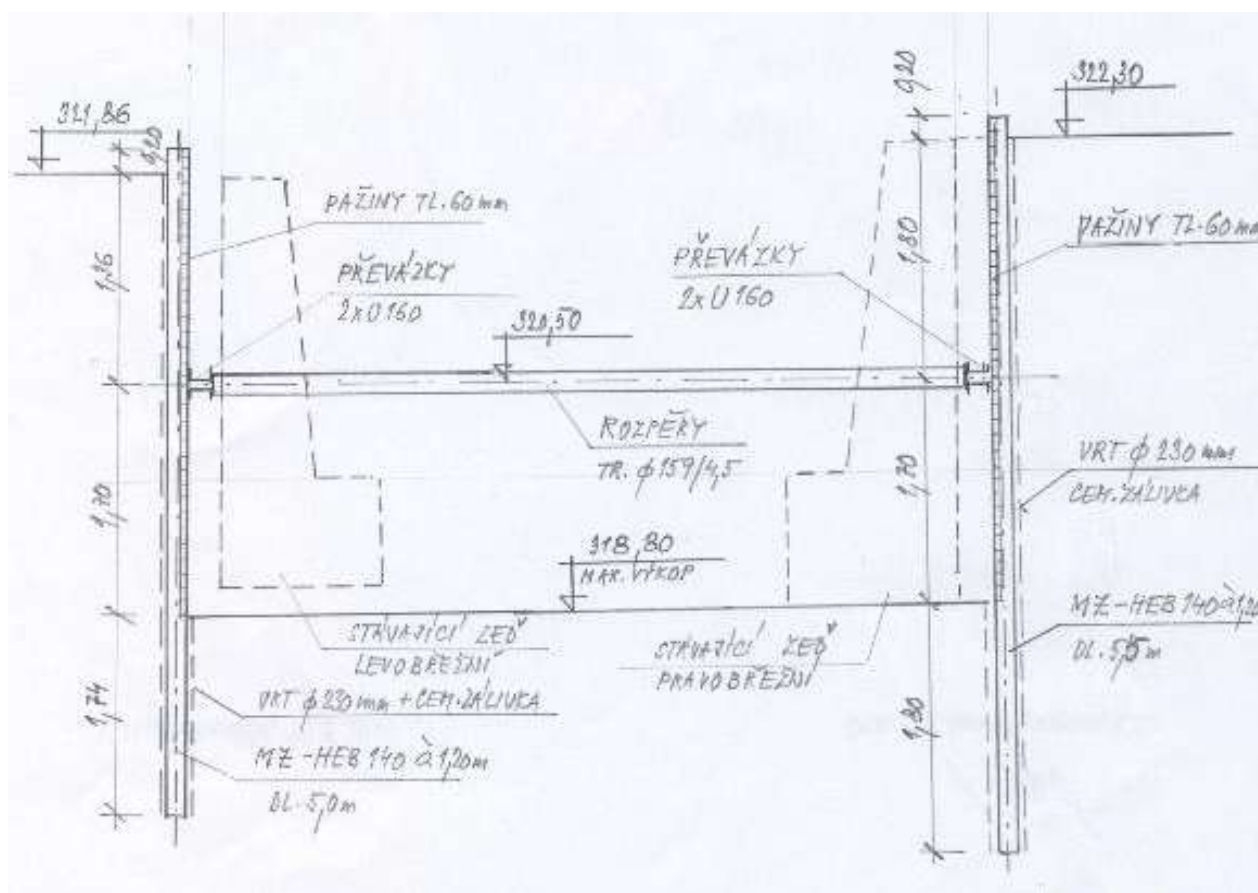
Obr.5 Příčný řez PF 04 platný pro úsek řezu PF 03 – PF 05, převzato z podkladu b)



Foto 2 Pohled na nábrežní zdi od řezu 04 směrem k řezu 03, převzato z podkladu c)

Pro zajištění svislého výkopu za rubem obou zdí v tomto úseku navrhujeme mikrozáporové (MZ) pažení rozepřené. Za rubem pravobřežní zdi by bylo teoreticky možné navrhnout záporové pažení volně stojící, nicméně jeho volná výška by přesáhla cca 3,50 m, což je jakási limitní přijatelná výška pro tento typ pažení.

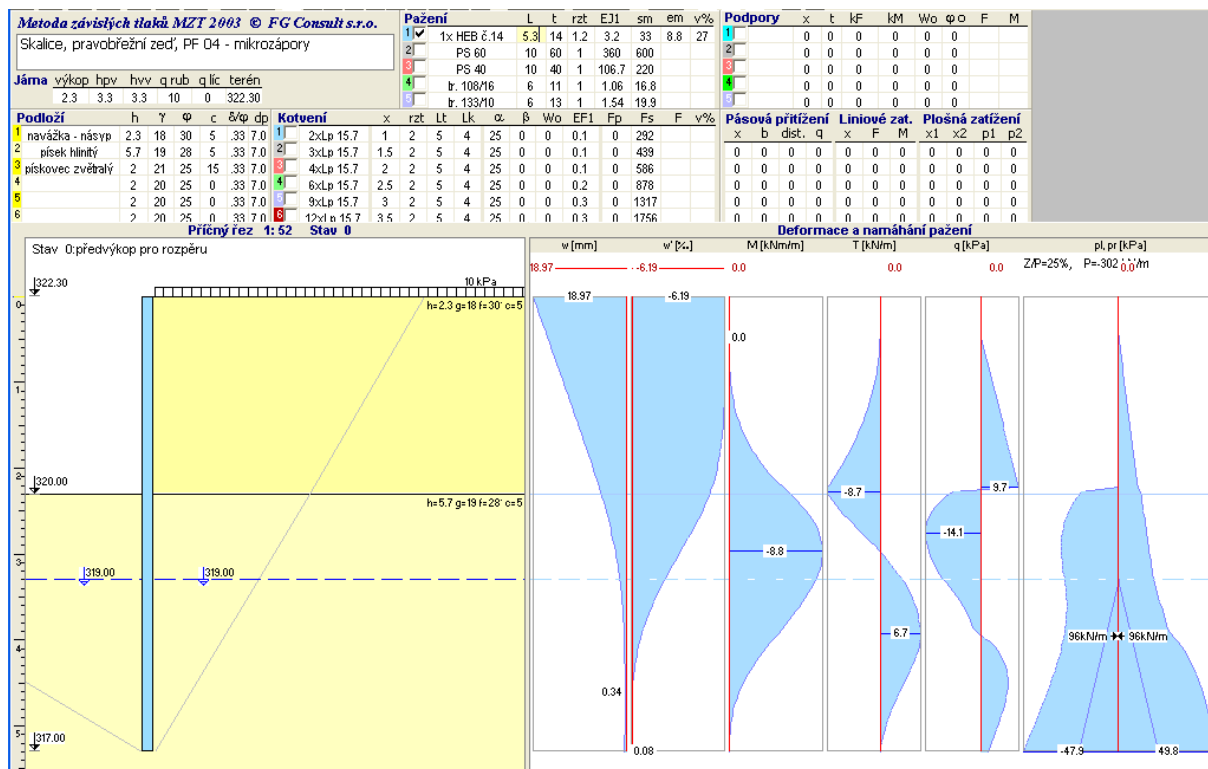
Navrhujeme realizaci svislých mikrozápor (MZ) za rubem obou zdí a to na volnou výšku  $H_{\max} = 3,80$  m, což odpovídá řezu PF 05 pro pravobřežní zeď. V případě levobřežní zdi, jejíž koruna je cca o 0,50 – 0,80 m níže bude max. volná výška  $H_{\max} = 3,00$  m. MZ z profilů HEB č.140 budou prováděny jako vrtané, ukládané do vrtů min. prof. 230 mm délky  $L = 5,3$  m, rep.  $L = 4,80$  m v osových vzdálenostech  $B = 1,20$  m do cementové zálivky. MZ budou na úrovni cca 320,50 m n.m. opatřeny převázkami z dvojice U č.160 dl. cca 1,20 m (vždy přes 2 MZ) a v této úrovni budou vzájemně rozepřeny pomocí ocelových vodorovných trubních rozpěr prof. 159/4,5 mm dl. cca 5,80 m. Pažiny mezi MZ volíme buď z fošen tl. 60 mm, nebo z ocelových pažin UNION, přičemž je třeba dbát na malé mezery mezi pažinami, kterými by mohla event. prosakovat voda. Schéma pažení je na obr.6.



Obr.6 Schématický příčný řez pažícími konstrukcemi MZ pažení rozepřeného

Statické posouzení:

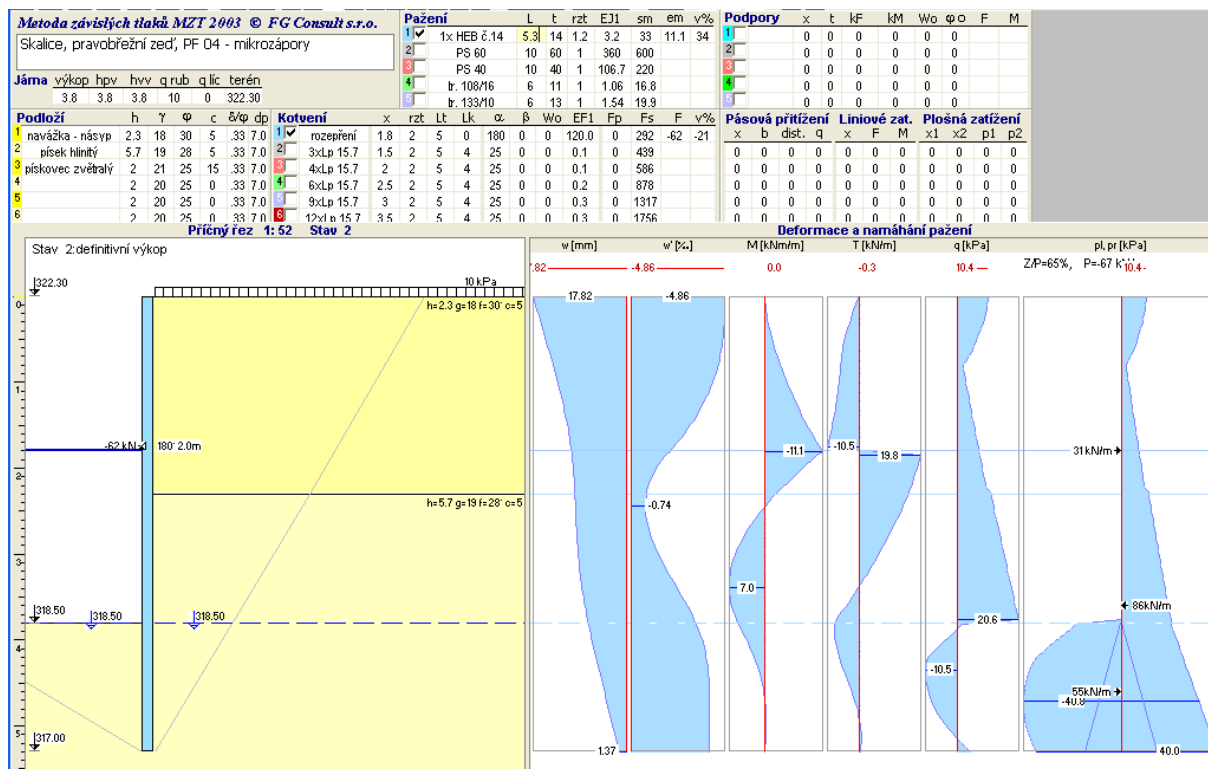
a) Pravobřežní zeď



Výpočet mikrozáporového pažení v řezu PF 04 – předvýkop pro rozpěry

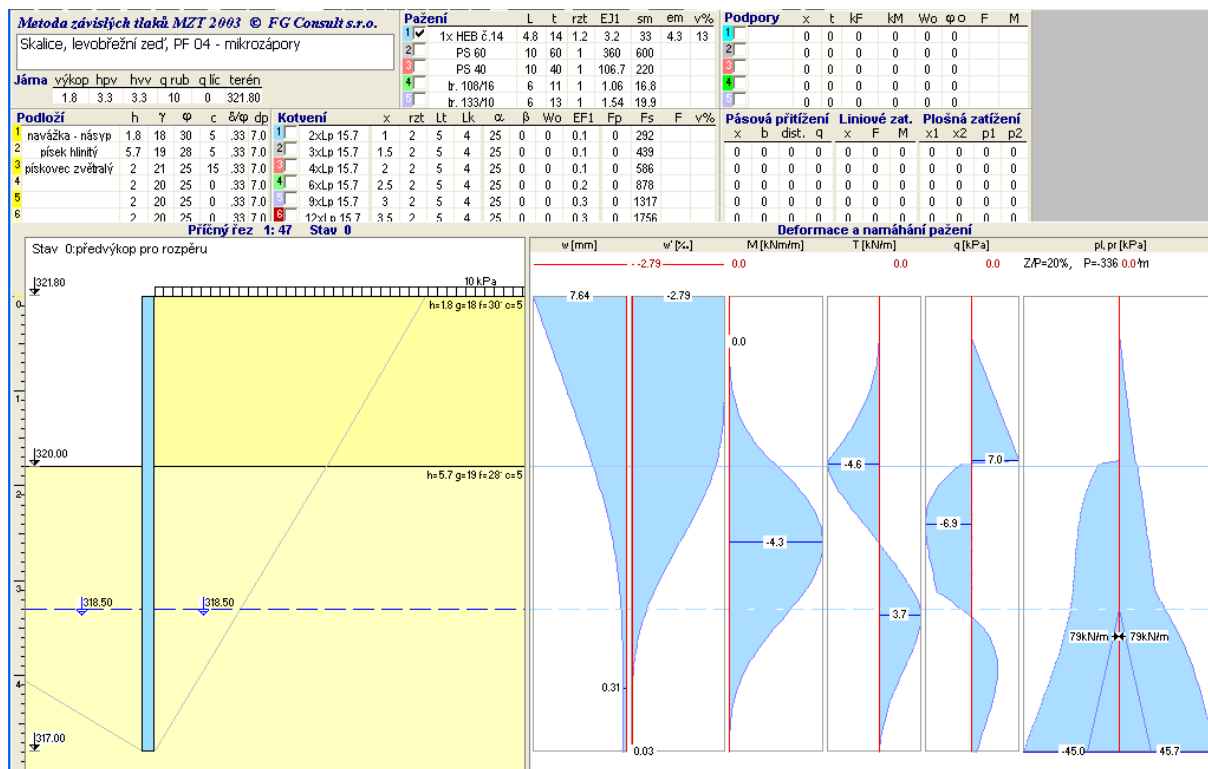
Statické posouzení:

- mikrozápory HEB 140 ( $W = 0,000216 \text{ m}^3$ )  
 $\max M = 1,2,11,1 = 13,32 \text{ kNm}$   
 $\sigma = 0,0133/0,000216 = 61,67 \text{ MPa} < 185,0 \text{ MPa}$  – vyhovuje
- převážky 2xU č.160 ( $W = 0,000232 \text{ m}^3$ )  
 $\max M = 1/4,62,1,2 = 18,6 \text{ kNm}$   
 $\sigma = 0,0186/0,000232 = 80,17 \text{ MPa} < 185,0 \text{ MPa}$  – vyhovuje
- pažiny tl. 60 mm ( $W = 0,0006 \text{ m}^3/\text{m}$ )  
 $p = (10 + 3,8,18) \cdot 0,33 = 25,87 \text{ kN/m}^2$ ,  
 $\max M = 1/8,15,87,1,15^2 = 4,28 \text{ kNm}$   
 $\sigma = 0,00428/0,0006 = 7,12 \text{ MPa} < 8,50 \text{ MPa}$  – vyhovuje
- rozpěry tr. 159/4,5 mm ( $A = 0,00218 \text{ m}^2$ ,  $i = 54,6 \text{ mm}$ )  
 $\max N = 31,2,4 = 74,4 \text{ kN}$ , délka  $L_{\max} = 5,80 \text{ m}$ ,  $\lambda = 580/5,46 = 106 \dots c = 1,89$   
 $\sigma = 1,89 \cdot 0,0744/0,00218 = 64,50 \text{ MPa} < 185,00 \text{ MPa}$  – vyhovuje

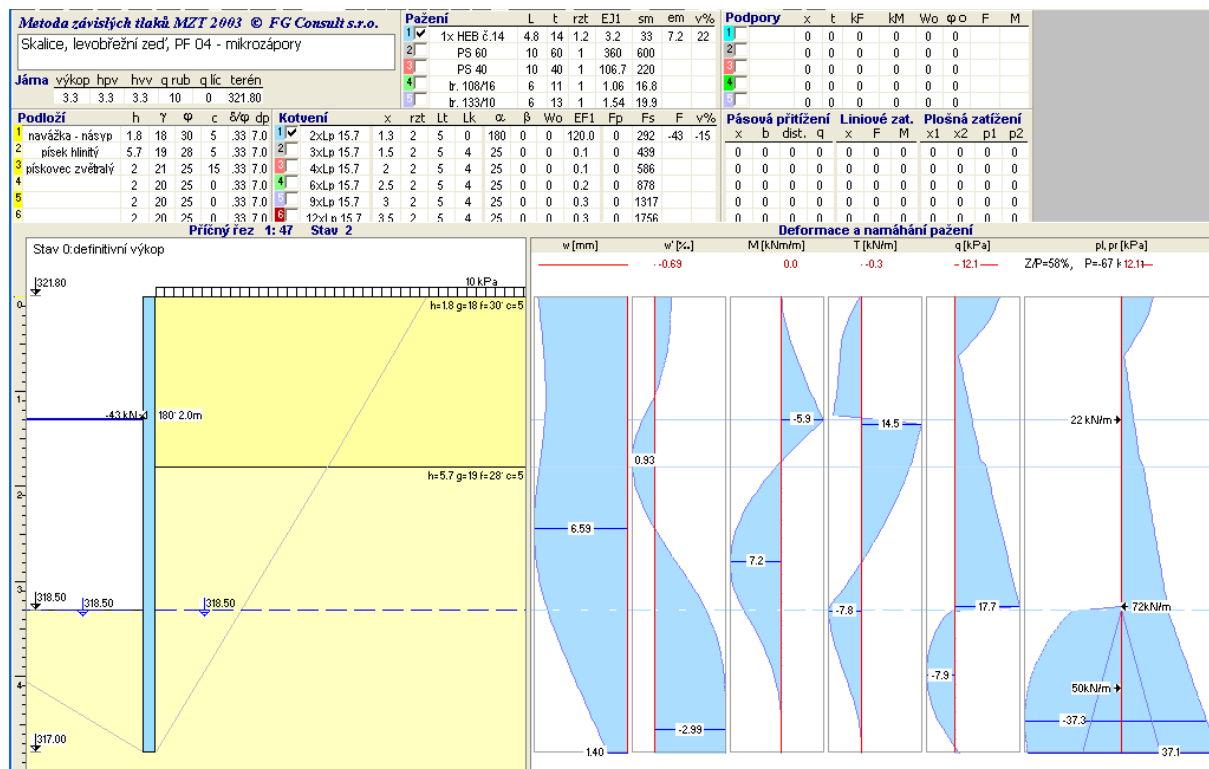


Výpočet mikrozáporového pažení v řezu PF 04 – def. výkop

a) Levobřežní zeď



Výpočet mikrozáporového pažení v řezu PF 04 – předvýkop pro rozpěry



Výpočet mikrozáporového pažení v řezu PF 04 – def. výkop

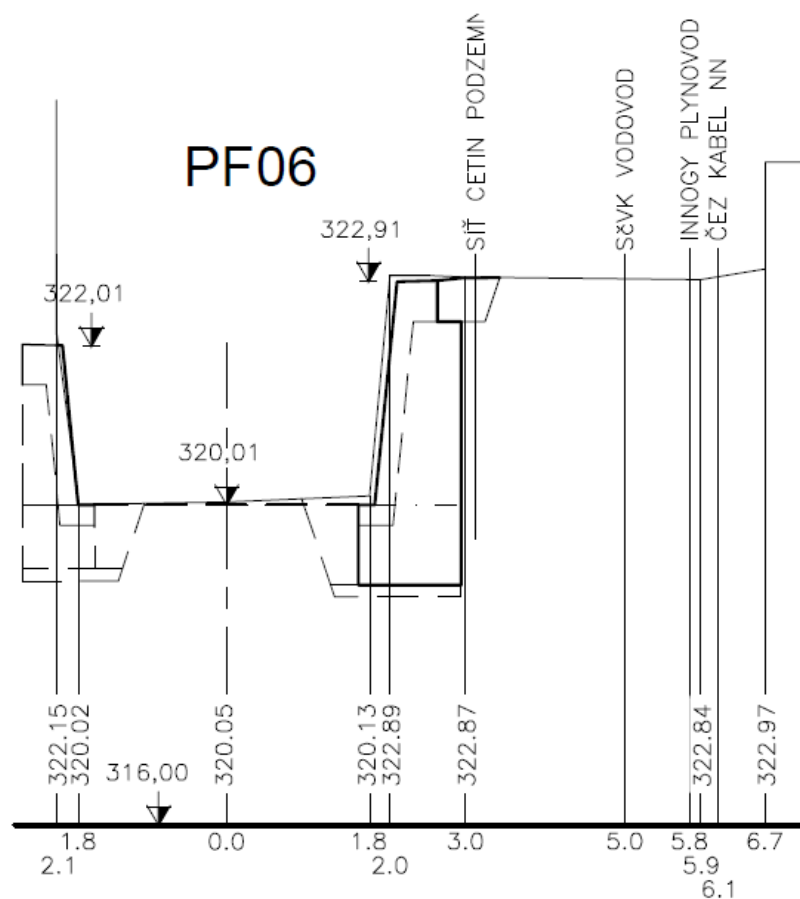
### 3.3 Úsek zdi mezi řezy 05 – 06

V tomto úseku je levobřežní zeď potoka tvořena obvodovou zdí objektu čp.266 Hostince U Slunce a pravobřežní zeď, jež je vyšší, je stejné kvality jako v předchozím úseku, na nějž navazuje, obr.7, foto 3, 4.

Úroveň základové spáry obvodové zdi objektu čp.266 není přesně známa, nicméně předpokládáme, že bude cca 0,8 m pod úrovní dna potoka, tj. na kótě cca 319,20 m n.m. Hostinec u Slunce je rozsáhlejší starý zděný objekt nepravidelného půdorysu se dvěma NP, podkrovím a jedním PP, které je údaje zčásti zaplněno fekáliemi a je využíváno jako žumpa. Předpokládáme, že v rozsahu přízemní místnosti, pod níž se nachází příslušný úsek nábrežní zdi, není objekt podsklepen a tudíž bude reálné vlastní podchycení provádět z přízemí. Navrhuje dvojřadou tryskovou injektáž (TI) se sloupy o průměru 0,80 m zasahujícími 1,50 m pod základovou spáru zdi a následně postupné rozebírání poškozeného kamenného zdiva po úsecích a jeho náhrada zdivem kvalitním, viz schématický obr.8.

Pravobřežní zeď bude v tomto úseku vystavěna jako nová a to v zapaženém výkopu zajištěném MZ stěnou rozepřenou dle návrhu v předchozím úseku. Volná výška výkopu v tomto úseku bude  $H = 3,80 - 3,90$  m. Statické posouzení je uvedeno v předchozím úseku, schéma MZ pažení analogicky dle obr.6.





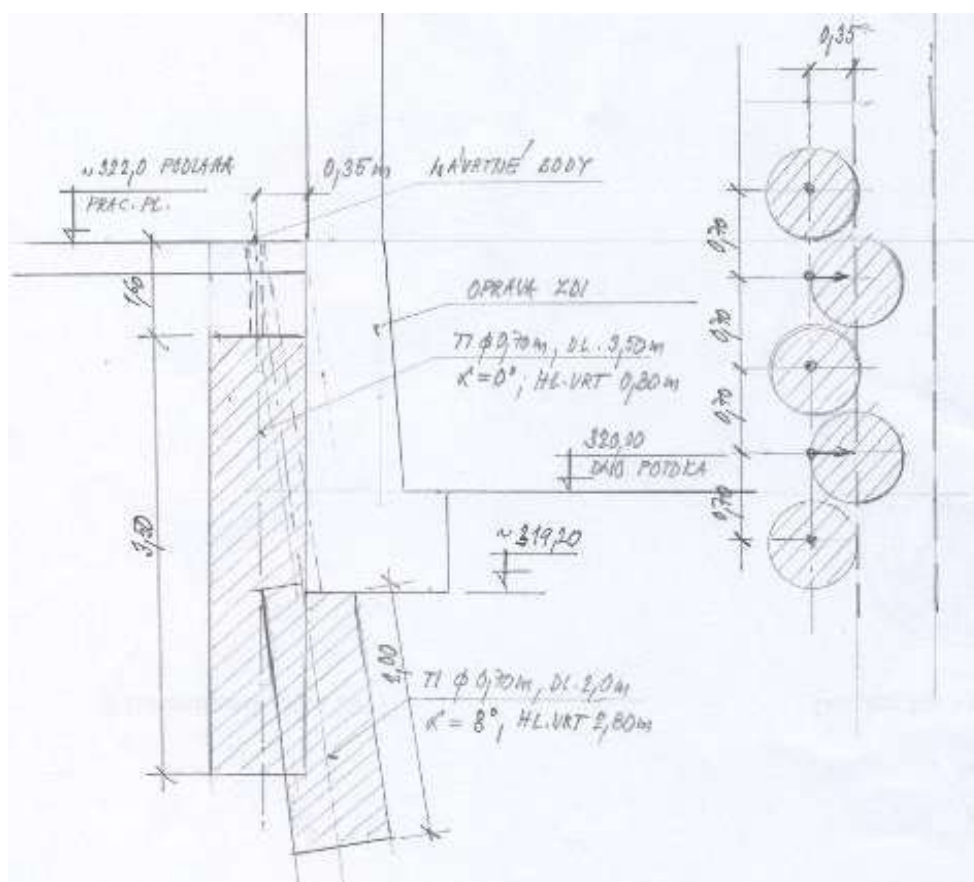
Obr.7 Příčný řez PF 06 platný pro úsek zdi PF 05 – PF 06, převzato z podkladu b)



Foto 3 Pohled na levobřežní zed' mezi řezy PF 05, PF 06, převzato z podkladu c)



Foto 4 Špatný stavební stav obvodové zdi Hostince U Slunce v řezu PF 06, převzato z c)

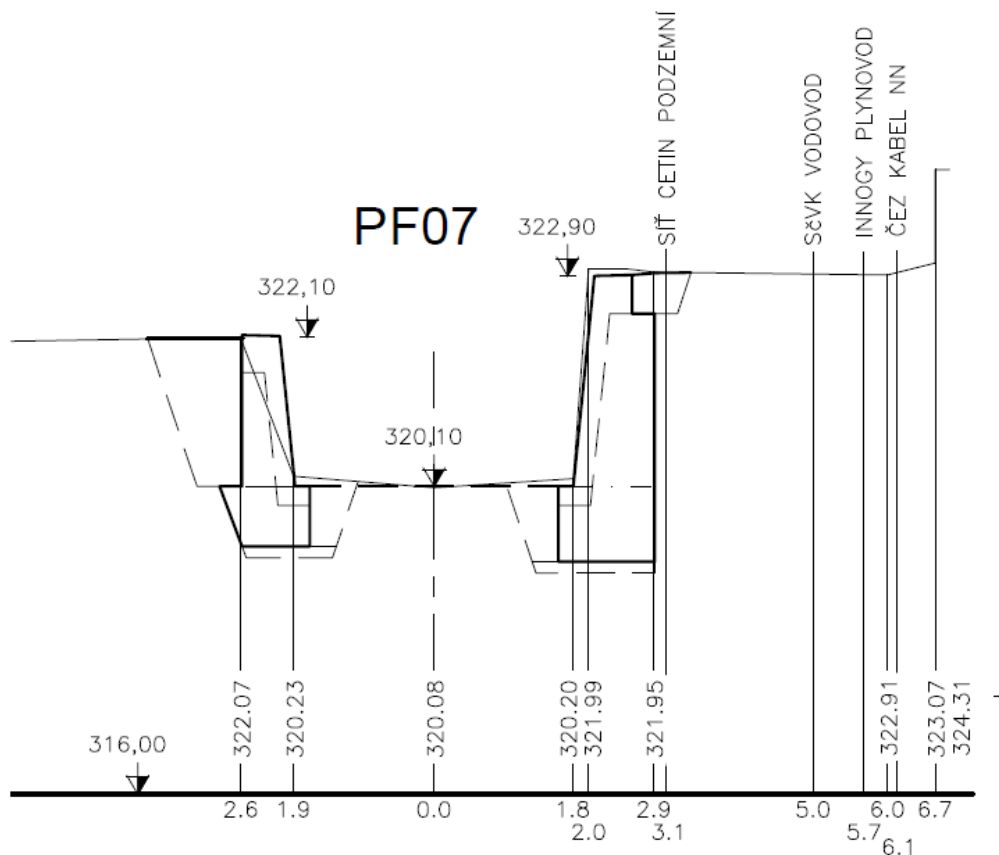


Obr.8 Schéma podchycení obvodové zdi obj. čp.266 pomocí sloupů TI



### 3.4 Úsek zdi mezi řezy 06 – 07

V tomto úseku budou obě n březní zdi obnoveny, přičemž číst levobřežní zdi v délce cca 5,0 m severně od rohu objektu čp.266 bude prováděna v zapaženém výkopu tvořeném MZ stěnou rozepřenou, zbylá část levobřežní zdi bude pak prováděna ve svahovaném výkopu. Pravobřežní zed', za níž se nachází místní komunikace, bude prováděna celá v zapaženém výkopu tvořeném MZ stěnou rozepřenou. Charakteristický příčný řez tímto úsekem je na obr.9.

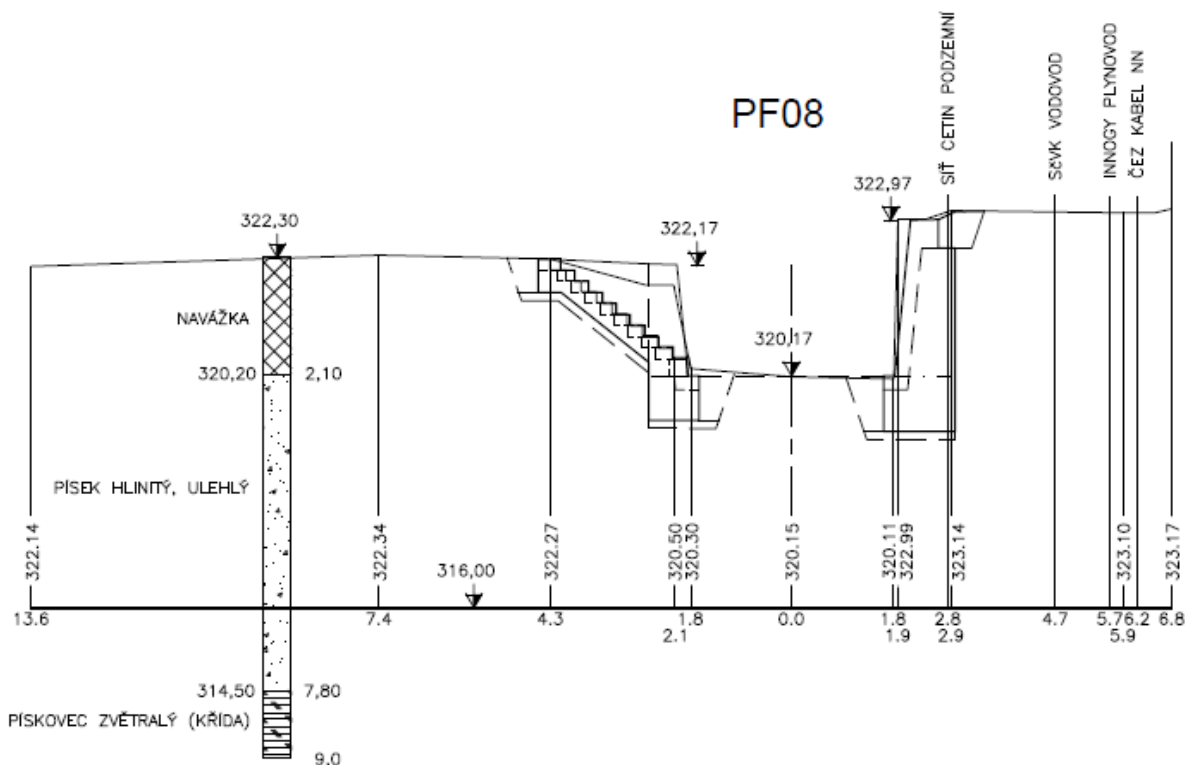


Obr.9 Příčný řez PF 07 platný pro úsek zdi PF 06 – PF 07, převzato z podkladu b)

Volná výška pažení za levobřežní zdi dosahuje  $H = 3,00$  m, volná výška pažení za pravobřežní zdi je pak  $H = 3,80$  m. Obě pažení jsou tvořeny MZ HEB č.140 osově po  $B = 1,2$  m a rozepřeny jsou v úrovni 321,50 m n.m. trubními rozpěrami. Statické posouzení obou pažení je v bodě 3.2., schéma oboustranného pažení analogicky dle obr.6.

### 3.5 Úsek zdi mezi řezy 07 – 08/09

Levobřežní zed' bude prováděna ve svahovaném výkopu, pravobřežní zed' bude v zapaženém výkopu, jak vyplývá z příslušného řezu na obr.10. Statické posouzení pravobřežního pažení je v bodě 3.2. MZ pažení pravobřežní zdi bude rozepřeno do stávající zdi levobřežní, která bude prováděna až po dokončení zdi pravobřežní.



Obr.10 Příčný řez PF 08 platný pro úsek zdi PF 07 – PF 08/09, převzato z podkladu b)

#### 4. Nově budované opěrné zdi – statické posouzení

Vzorový příčný řez oběma zdmi je na obr. 11. Pravobřežní zeď má max. výšku  $H = 3,80$  m (od základové spáry po korunu zdi), levobřežní zeď pak  $H = 2,80$  m. Obě zdi jsou tvořeny betonovým jádrem s kamennou lícni obezdívkou a se základovým pasem výšky 1,0 m, resp. 0,80 m, šířky dle statického posouzení. Rub obou zdí je příslušně odvodněn. Základový pas je se svislou částí zdi propojen rubovou výztuží ve formě svařované sítě prof. 8 mm – 150/150 mm.

##### a) Pravobřežní zeď

Zatížení:

- Tíhy zdi (volíme zákl. spáru šířky  $B = 1,55$  m, původně navržená 1,28 m nevyhovuje)

$$G_1 = 1,55 \cdot 1,0 \cdot 14,135 = 29,30$$

$$M_{G1} = 0$$

$$G_2 = 0,80 \cdot 2,80 \cdot 24,135 = 72,58$$

$$M_{G2} = -72,58 \cdot 0,375 = -27,22$$

$$G_3 = 0,28 \cdot 2,80 / 2 \cdot 24,135 = 12,70$$

$$M_{G3} = 12,70 \cdot 0,118 = 1,50$$

---


$$G = 114,58 \text{ kN/m}$$

$$M_G = -25,72 \text{ kNm/m}$$

- Zemní tlak ( $\gamma = 18,5 \text{ kN/m}^3$ ,  $\varphi = 30^\circ$ ,  $c = 5,0 \text{ kPa}$ ,  $\delta = 16^\circ$ ,  $\varphi_n = 35^\circ$ )

$$\text{Souč. akt. zemního tlaku } K_a = \tan^2(45 - 35/2) = 0,270$$

$$\text{Souč. zemního tlaku v klidu } K_0 = 1 - \sin 35 = 0,426$$

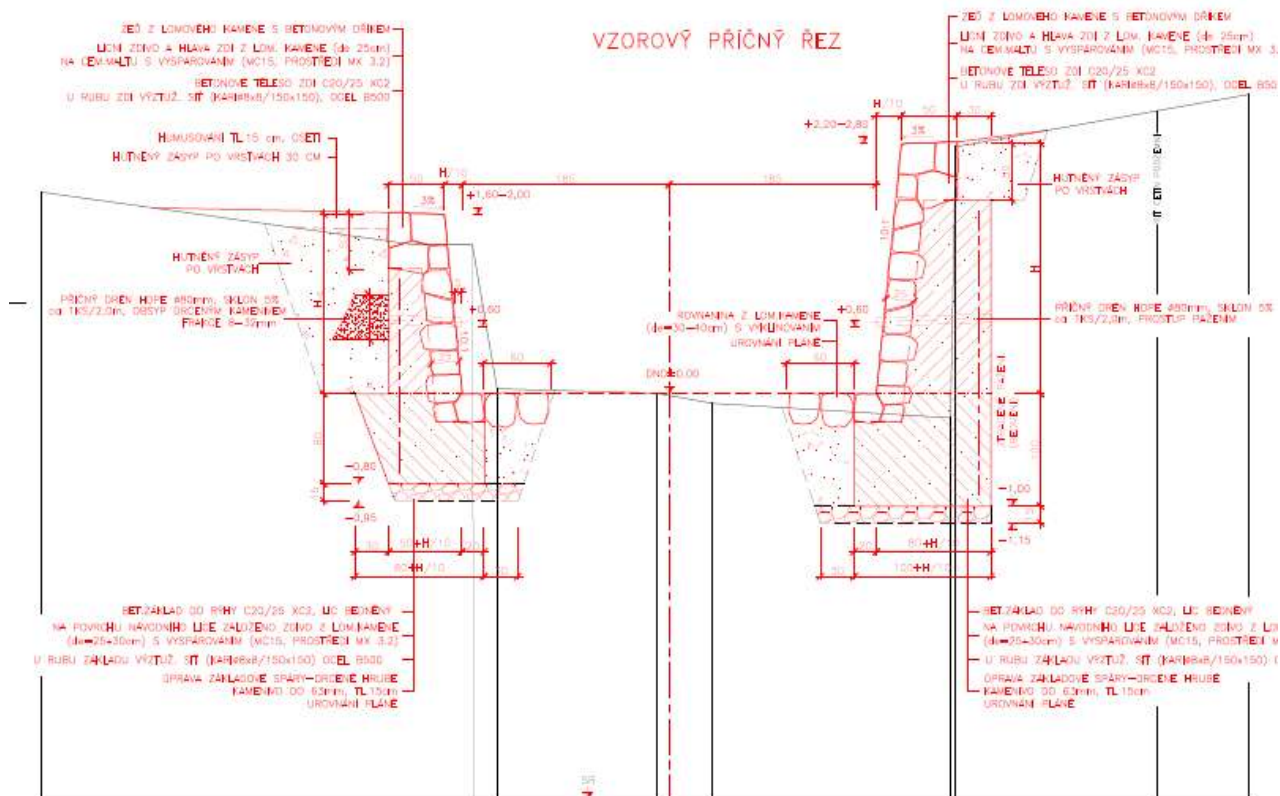
$$\text{Souč. zvýšeného akt. zemního tlaku } K = 0,270 + 0,5 \cdot (0,426 - 0,270) = 0,348$$

$$\text{Přetížení terénu } p = 10,0 \text{ kPa}$$

$$\text{Napětí } \sigma_1 = 18,5 \cdot 3,80 \cdot 0,348 \cdot 1,35 = 33,03 \text{ kPa}$$

$$\text{Napětí } \sigma_p = 10,0 \cdot 348 \cdot 1,50 = 5,22 \text{ kPa}$$

Zemní tlak  $E_1 = 33,03 \cdot 3,8/2 = 62,76 \text{ kN/m}$ ;  $E_{1h} = 62,76 \cdot \cos 16 = 60,33 \text{ kN/m}$ ;  
 $E_{1v} = 62,76 \cdot \sin 16 = 17,30 \text{ kN/m}$   
 Přetížení  $E_p = 5,22 \cdot 3,80 = 19,84 \text{ kN/m}$ ;  $E_{ph} = 19,07 \text{ kN/m}$ ;  $E_{pv} = 5,47 \text{ kN/m}$



Obr.9 Vzorový příčný řez novostavbou obou nábrežních zdí, převzato v b)

- Síly v těžišti zákl. spáry šířky  $B = 1,55 \text{ m}$   
 $N = 114,58 + 17,30 + 5,47 = 137,35 \text{ kN/m}$   
 $H_c = 60,33 + 19,07 = 79,40 \text{ kN/m}$   
 $E_0 = 18,5 \cdot 1,0^2 / 2 \cdot \tan 60 = 16,02$   
 $H = 79,4 - 16,02 = 63,38 \text{ kN}$   
 $M = -25,72 + 60,33 \cdot 3,8/3 + 19,07 \cdot 3,8/2 - (17,30 + 5,47) \cdot 1,55/2 = 69,28 \text{ kNm/m}$   
 - Posouzení 1.m.s.  
 Excentricita sv. síly v z.s.  $e = 69,28/137,35 = 0,50 \text{ m} < 1,55/3 = 0,52 \text{ m}$  – vyhovuje  
 Napětí v z.s.  $\sigma = 137,35/(1,55 - 2 \cdot 0,50) = 249,73 \text{ kN/m}^2$   
 Návrhová únosnost zeminy v z.s.:  
 $N_q = 19,50$        $N_c = 18,5/\tan 30 = 32,04$        $N_\gamma = 21,36$   
 $s_q = 1 + 0,55/8 \cdot \sin 30 = 1,03$        $s_c = 1,03$        $s_\gamma = 0,7$   
 $m = (2 + 0,55/1)/(1 + 0,55/1) = 1,64$   
 $i_q = (1 - 507,04/(1098,8 + 0,55 \cdot 8 \cdot 0,5 \cdot 0 \cdot \cot 30))^{1,64} = 0,38$   
 $i_\gamma = (1 - 507,04/(158,27 + 0,67 \cdot 5 \cdot 0 \cdot \cot 30))^{2,64} = 0,21$   
 $i_c = 0,38 - 0,62/(32,04 \cdot \tan 30) = 0,35$   
 $R_d = 5,0 \cdot 32,04 \cdot 1,04 \cdot 0,35 + 18,5 \cdot 1,0 \cdot 19,5 \cdot 1,03 \cdot 0,38 + 0,5 \cdot 18,5 \cdot 0,55 \cdot 21,36 \cdot 0,7 \cdot 0,21 =$   
 $= 250,20 \text{ kN/m}^2 > 249,73 \text{ kN/m}^2$  – vyhovuje  
 $H_d = 137,35 \cdot \tan 30 = 79,87 \text{ kN/m} > 63,38 \text{ kN}$  – vyhovuje



## b) Levobřežní zeď

Zatížení:

- Tíhy zdi (volíme zákl. spáru šířky **B = 1,15 m**, původně navržená 0,90 m nevyhovuje)

$G_1 = 1,15 \cdot 0,80 \cdot 14 \cdot 1,35 =$	17,39	$M_{G1} =$	0
$G_2 = 0,50 \cdot 2,00 \cdot 24 \cdot 1,35 =$	32,40	$M_{G2} = -32,40 \cdot 0,25 =$	-8,10
$G_3 = 0,20 \cdot 2,00 / 2 \cdot 24 \cdot 1,35 =$	6,48	$M_{G3} = 6,48 \cdot 0,07 =$	0,45
-----			
$G =$	56,27 kN/m	$M_G =$	-7,65 kNm/m

- Zemní tlak ( $\gamma = 18,5 \text{ kN/m}^3$ ,  $\varphi = 30^\circ$ ,  $c = 5,0 \text{ kPa}$ ,  $\delta = 16^\circ$ ,  $\varphi_n = 35^\circ$ )

Souč. akt. zemního tlaku  $K_a = \tan^2(45 - 35/2) = 0,270$   
 Souč. zemního tlaku v klidu  $K_0 = 1 - \sin 35 = 0,426$   
 Souč. zvýšeného akt. zemního tlaku  $K = 0,270 + 0,5 \cdot (0,426 - 0,270) = 0,348$   
 Přetížení terénu  $p = 5,0 \text{ kPa}$   
 Napětí  $\sigma_1 = 18,5 \cdot 2,80 \cdot 0,348 \cdot 1,35 = 24,33 \text{ kPa}$   
 Napětí  $\sigma_p = 5,0 \cdot 0,348 \cdot 1,50 = 2,61 \text{ kPa}$   
 Zemní tlak  $E_1 = 24,33 \cdot 2,8/2 = 34,06 \text{ kN/m}$ ;  $E_{1h} = 34,06 \cdot \cos 16 = 32,74 \text{ kN/m}$ ;  
 $E_{1v} = 34,06 \cdot \sin 16 = 9,39 \text{ kN/m}$   
 Přetížení  $E_p = 2,61 \cdot 2,80 = 7,31 \text{ kN/m}$ ;  $E_{ph} = 7,02 \text{ kN/m}$ ;  $E_{pv} = 2,01 \text{ kN/m}$

- Síly v těžišti zákl. spáry šířky  $B = 1,15 \text{ m}$

$N = 56,27 + 9,39 + 2,01 = 67,67 \text{ kN/m}$   
 $H_c = 32,74 + 7,02 = 39,76 \text{ kN/m}$   
 $E_0 = 18,5 \cdot 0,8^2 / 2 \cdot \tan 60 = 10,25$   
 $H = 39,76 - 10,25 = 29,51 \text{ kN}$   
 $M = -7,65 + 32,74 \cdot 2,8/3 + 7,02 \cdot 2,8/2 - (9,39 + 2,01) \cdot 1,15/2 = 26,17 \text{ kNm/m}$

- Posouzení 1.m.s.

Excentricita sv. síly v z.s.  $e = 26,17/67,67 = 0,38 \text{ m} \approx 1,15/3 = 0,38 \text{ m} - \text{vyhovuje}$   
 Napětí v z.s.  $\sigma = 67,67/(1,15 - 2 \cdot 0,38) = 178,08 \text{ kN/m}^2$

Návrhová únosnost zeminy v z.s.:

$N_q = 19,50$        $N_c = 18,5/\tan 30 = 32,04$        $N_\gamma = 21,36$   
 $s_q = 1 + 0,38/8 \cdot \sin 30 = 1,02$        $s_c = 1,02$        $s_\gamma = 0,7$   
 $m = (2 + 0,38/1)/(1 + 0,38/1) = 1,72$   
 $i_q = (1 - 236,08/(525,36 + 0,38 \cdot 8 \cdot 0,5 \cdot 0 \cdot \cot 30))^{1,72} = 0,38$   
 $i_\gamma = (1 - 236,08/(525,36 + 0,38 \cdot 8 \cdot 0,5 \cdot 0 \cdot \cot 30))^{2,72} = 0,21$   
 $i_c = 0,38 - 0,62/(32,04 \cdot \tan 30) = 0,35$

$R_d = 5,0 \cdot 32,04 \cdot 1,02 \cdot 0,35 + 18,5 \cdot 0,8 \cdot 19,5 \cdot 1,02 \cdot 0,38 + 0,5 \cdot 18,5 \cdot 0,38 \cdot 21,36 \cdot 0,7 \cdot 0,21 =$   
 $= 180,08 \text{ kN/m}^2 > 178,08 \text{ kN/m}^2 - \text{vyhovuje}$   
 $H_d = 67,67 \cdot \tan 30 = 39,06 \text{ kN/m} > 29,51 \text{ kN} - \text{vyhovuje}$

