

## **VD Orlík – modernizace lodního výtahu**

Projektová dokumentace pro vydání stavebního  
povolení

SO 02 Prodloužení

02\_1.2 Statický výpočet

Objednatel: Povodí Vltavy, státní podnik



## 02\_1.2 STATICKÝ VÝPOČET

### Obsah :

02_1.2	STATICKÝ VÝPOČET .....	1
1	ÚVOD .....	2
2	TECHNICKÉ ŘEŠENÍ .....	2
2.1	POUŽITÉ NORMY .....	2
2.2	POUŽITÉ PROGRAMY .....	2
2.3	POSUZOVANÉ KONSTRUKCE .....	2
2.4	MATERIÁLY .....	3
2.5	GEOLOGICKÉ POMĚRY .....	3
3	VÝPOČET STABILITY .....	4
3.1	VŠEOBECNĚ.....	4
3.2	STABILITA BLOKU.....	4
4	ZÁVĚRY DIMENZOVÁNÍ .....	6

## 1 ÚVOD

Předmětem statického výpočtu je posouzení konstrukce SO 02 Prodloužení malé plavby a dimenzování betonů.

## 2 TECHNICKÉ ŘEŠENÍ

### 2.1 POUŽITÉ NORMY

EUROKÓD 1: Zatížení konstrukcí

ČSN EN 1991-1 Zatížení konstrukcí

ČSN 1991-1-1 Část 1-1: Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb

ČSN 1991-1-3 Část 1-3: Obecná zatížení - Zatížení sněhem

ČSN 1991-1-4 Část 1-4: Obecná zatížení - Zatížení větrem

ČSN EN 1991-1-6 Část 1-6: Obecná zatížení - Zatížení během provádění

ČSN EN 1991-2 Zatížení konstrukcí Část 2: Zatížení mostů dopravou, 2005-07

EUROKÓD 2: Navrhování betonových konstrukcí

ČSN ENV 1992-1-1 Navrhování betonových konstrukcí

EUROKÓD 7: Navrhování geotechnických konstrukcí

ČSN EN 1997-1 Obecná pravidla

ČSN EN 1997-2 Průzkum a zkoušení základové půdy

1. ČSN EN 1990 Zásady navrhování konstrukcí, 2004-03
2. ČSN EN 206 (73 2403), Beton - Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda, 2014-07.
3. ČSN EN 1992-1-1 (73 1201), Navrhování betonových konstrukcí- Část 1-1 Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby, 2006 -11.
4. ČSN 73 1201 Navrhování betonových konstrukcí pozemních staveb, 2010-09.
5. ČSN 73 1208 (73 1208), Navrhování betonových konstrukcí vodohospodářských objektů, 2010-09.
6. ČSN EN 13670 (73 2400), Provádění betonových konstrukcí, 2010-06.
7. ČSN 72 3000 Výroba a kontrola betonových stavebních dílců. Společná ustanovení, 1986-03.
8. ČSN EN 13369 (733001) Společná ustanovení pro betonové prefabrikáty, 2005-08.
9. ČSN 73 0210-1 Geometrická přesnost ve výstavbě – Podmínky provádění část 1. Přesnost osazení, 1992-12
10. ČSN 73 0210-2 Geometrická přesnost ve výstavbě – Podmínky provádění část 2. Přesnost monolitických betonových konstrukcí, 1992-12
11. ČSN 75 0250 Zásady navrhování a zatížení konstrukcí vodohospodářských staveb 2012 -09

### 2.2 POUŽITÉ PROGRAMY

GEO 5, version 12.0; Analysis of geotechnical structures; © FINE 2000; moduly Tízná zeď, Tlaky a Pažení, verze 5.0.12.34, FINE, spol. s r.o., Praha

### 2.3 POSUZOVANÉ KONSTRUKCE

Ve výpočtu bylo provedeno statické posouzení betonových konstrukcí.

Uvažovaná zatížení stavebních konstrukcí:

- vlastní hmotnost

- zemní tlak
- hydrostatický tlak
- zatížení provozem ((loď+posádka+obsluha) – 66 kN
- technologická zatížení – vozík 88 kN
- zatížení od dojezdu při rychlosti 0,245 m/s

## 2.4 MATERIÁLY

- železobeton C30/37 XC4 XF3 XA1 (dle ČSN EN 206)
- výztuž 10 505 (R)

## 2.5 GEOLOGICKÉ POMĚRY

Z provedených geologicko-průzkumných prací vyplývají tyto závěry:

- v místě objektu jsou sondy VP01, VP02, V-III/1, V-III/1B

**- objekty jsou založeny ve velmi zvětřalém amfibolitu tř. R5 – GT3b**

V červenci 2018 byl realizován doplňkový IGP. Celkem byly provedeny jádrovým způsobem 2 ks vrtů o celkové metráži 6,3 bm vrtu. V průběhu vrtných prací byly odebrány vzorky hornin z vrtů. Odběry vzorků vrtného jádra byly provedeny tak, aby co nejlépe charakterizovaly vlastnosti nejdůležitějších geologických vrstev a mohly na nich být provedeny požadované laboratorní zkoušky.

V následující tabulce je uveden souhrn informací z vrtů realizovaných v rámci doplňkového IGP:

Označení vrtu	Terén	Hloubka vrtu		Hloubka skalního podloží	
		[m]	[m n. m.]	[m]	[m n. m.]
VP-01	353,74	2,8	350,95	2,3	351,44
VP-02	349,57	3,5	346,07	1,5	348,07

Průzkumnými pracemi byly získány potřebné informace pro projekční práce na DSP stavebních prací na kolejové dráze výtahu na návodním lici VD. Byly provedeny dva průzkumné vrty do betonu a podloží.

Vrstva betonu ve vrtu VP – 01 dosahovala mocnosti 2,3 m, ve vrtu VP – 02 byla mocnost betonu 1,5 m. Beton je kvalitní, kompaktní, dle výsledků laboratorních zkoušek je krychelná pevnost betonu 32,5 – 34,5 MPa a spadá do kategorie C20/25 a C25/30. Na vzorcích betonu byly dále zjištěny další fyzikálně mechanické vlastnosti – objemová hmotnost, modul pružnosti a hloubka karbonatace.

Vrstva betonu nasedala přímo na povrch skalního podloží. Skalní podloží bylo zastiženo ve vrtu VP – 01 v hloubce 2,3 m (351,4 m n. m.) a ve vrtu VP – 02 v hloubce 1,5 m (348,1 m n. m.) Skalní podloží je tvořené amfibolitem, rozpadlým na úlomky, s povlaky limonitu a s jílovitou zvětřalinou. Směrem do vody mohou být polohy zvětřalého amfibolitu na jílovitou zvětřalinu mocnější a zasahovat do větších hloubek.

Z informací získaných z archivních vrtů v nejbližším okolí lodního výtahu bylo zjištěno, že podloží je také tvořeno amfibolitem, který je velmi zvětřalý a rozpadlý na úlomky. Na základě těchto informací lze usuzovat na obdobné geologické podmínky v širším území okolo lodního výtahu i v místě předpokládaného prodloužení lodního výtahu směrem do hráze.

### 3 VÝPOČET STABILITY

#### 3.1 VŠEOBECNĚ

vlastní tíha konstrukcí – beton

$$\gamma_b = 24 \text{ kN/m}^3$$

součinitel zatížení

$$\gamma_f = 0,9$$

součinitel účelu

$$\gamma_n = 1,2$$

součinitel stability polohy proti nadzvednutí

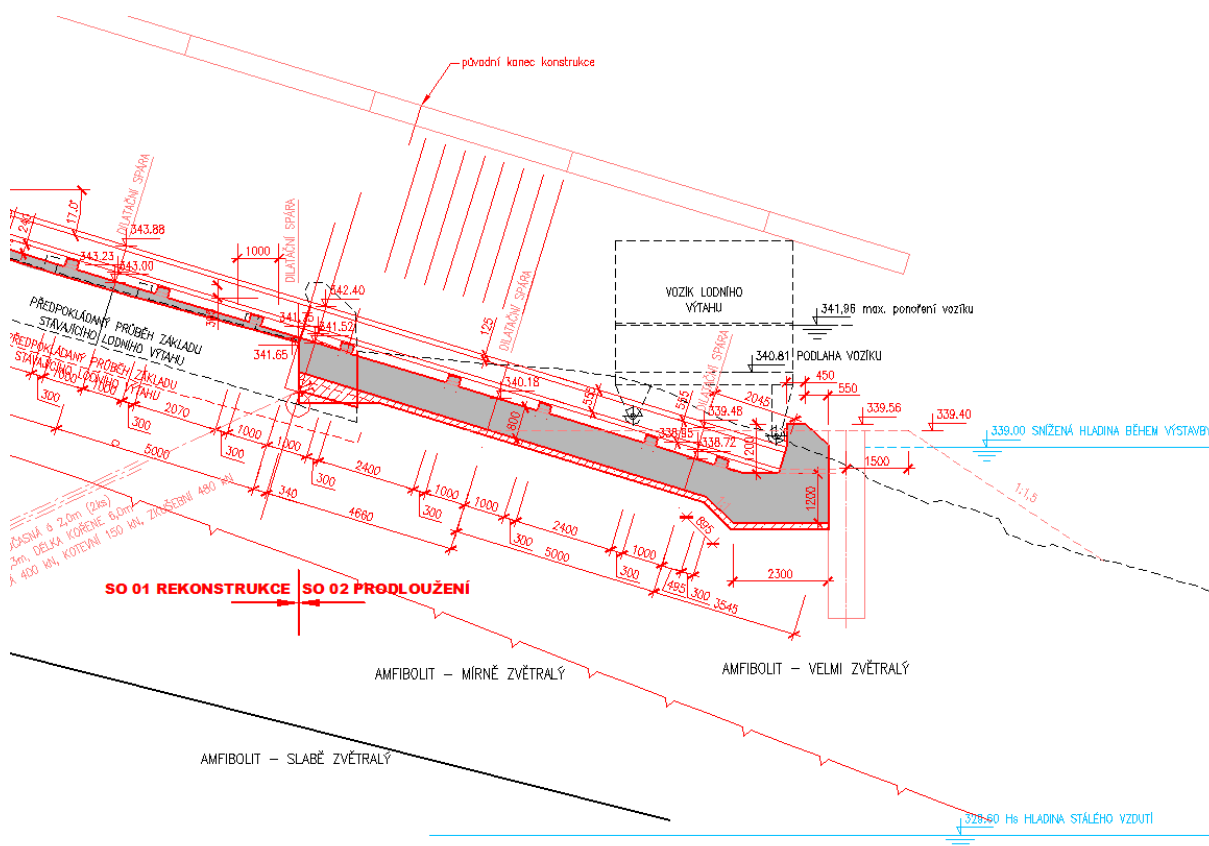
$$\gamma_{stp} = 1,0$$

součinitel stability polohy proti posunutí

$$\gamma_{stp} = 0,9$$

Voda:  $\gamma_v = 10 \text{ kNm}^{-3}$ , souč.zat.  $\gamma_f = 1,0$

Půdorysné a výškové rozměry jsou odečtené z AutoCADu.



#### 3.2 STABILITA BLOKU

Vlastní hmotnost 1 bm dna a stěn (plochy stanoveny z ACAD):  $3,45 \text{ m}^2$ ; délka dilatačního celku  $5,0 \text{ m}$

Objem:  $3,45 \cdot 5,0 = 17,3 \text{ m}^3$

Zatížení:  $17,3 \cdot 24 = 414 \text{ kN}$

Stabilita proti posunutí v základové spáře

$$H_{neg} * \gamma_{dst} * \gamma_1 \leq (V * tg \varphi_d) * \gamma_{stb}$$

$H_{neg}$  ... vodorovná složka negativního zatížení

$V$  ... svislá složka zatížení

Copyright © AQUATIS a.s.

$tg \varphi_d$  ... tangens úhlu vnitřního tření

$\varphi_d$  ... úhel tření dle druhu zeminy na základové spáře

Parametry smykové pevnosti amfibolitu tř. R5 nasyceného vzorku se pohybují pro soudržnost v rozmezí 9,0 – 13,0 MPa, pro vnitřní tření  $\varphi$  se hodnoty pohybují v rozmezí 23,0– 31,0°

$\alpha$  sklon skluzu 17°

### Zatížení

síla ve směru osy od vlastní hmotnosti  $V_g = 414$  kN

hmotnost zatížení provozem

$$V_p = (66+88) \cdot 1,5 = 231,0 \text{ kN}$$

kolmá síla od vlastní váhy

$$V_{k1} = 414 \text{ kN} \cdot \cos 17 = 395 \text{ kN}$$

kolmá síla od zatížení provozem

$$V_{k2} = 168 \text{ kN} \cdot \cos 17 = 221 \text{ kN}$$

tečná síla od vlastní váhy

$$V_{t1} = 414 \text{ kN} \cdot \sin 17 = 121 \text{ kN}$$

tečná síla od vody ve směru osy od zatížení provozem

$$V_{t2} = 231 \cdot \sin 17 = 68 \text{ kN}$$

### **Svislé síly pozitivní**

$$(V \cdot tg \varphi_d) \cdot \gamma_{stb} \quad V_k \dots \text{hmotnost vody a provozní}$$

síly pozitivní v místě základové spáry

$$V_k = V_{k1} \cdot 1,0 + V_{k2} \cdot 0,9$$

$$V_k = 395 \cdot 1,0 + 221 \cdot 0,9 = \mathbf{594 \text{ kN}}$$

### **Vodorovné síly negativní**

$$H_{neg} \cdot \gamma_{dst} \cdot \gamma_1$$

$$(121 \cdot 1,1 + 68 \cdot 1,0) \cdot 1,2 = \mathbf{242 \text{ kN}}$$

### **Posouzení**

amfibolit  $\varphi_d = 23^\circ$  ( $tg 23^\circ = 0,42$ )

$$V = 594 \cdot tg 23^\circ = 252 \text{ kN}$$

### **Závěr**

$$E_{d,stb} = 252 \text{ kN} > \gamma_1 \cdot E_{d,dst} = 242 \text{ kN} \quad \mathbf{VYHOVÍ BEZ KOTVENÍ pro \varphi_d > 23^\circ}$$

Pro navržené řešení založení bude nutné při případných odlišnostech, zjištěných v rámci inženýrskogeologického sledu při provádění výkopů, kontaktovat projektanta a respektovat jeho případná doporučení.

Dále je navrženo zazubení podkladního betonu, které zlepšuje styk beton-beton - k posunu může dojít až pod zazubením.

**Vodorovná síla od nárazu ve zhlaví piloty včele objektu:**

hmotnost zatížení provozem

$$V_p = (66+88) \cdot 1,5 = 231 \text{ kN o rychlosti } 0,245 \text{ m/s}$$

čas zastavení dle tvrdosti materiálu – odhad:  $t = 0,01 \text{ s}$

$$S = m \cdot (dv/dt) = 231 \cdot 0,245 / 0,01 = 5\,700 \text{ N} = 5,7 \text{ kN (koeficienty zatížení-}\gamma_u=1,0; \gamma_Q=1,35)$$

$$S = 5,7 \cdot 1,0 \cdot 1,35 = 7,64 \text{ kN}$$

Zajištění čela stavební jámy směrem k nádrži

Jedná se o tu část stěny, kde je úroveň terénu pilotáže 339,40 m n.m. Předpokládaná úroveň skalního podloží je zde cca 7,9 m pod touto úrovní.

Pilotová stěna bude z pilot průměru 880 mm z prostého betonu. Do koruny piloty se přenesou vodorovná síla od dojezdu lodě. Piloty budou zavrtány 500 mm do skalního podloží. Délku pilot potvrdí při výstavbě inženýrskogeologický sled.

Zajištění podélných stran stavební jámy

Obě podélné stany je navrženo zajistit pomocí pilotových stěn, jejich délka je navržena 4,5 m a nemusí být vetknuté do skalního podloží.

## 4 ZÁVĚRY DIMENZOVÁNÍ

Navržené rozměry konstrukcí – viz výkresová část dokumentace na tyto vnitřní síly vyhoví z hlediska mezních stavů.

Navrženo: Beton C30/37.....  $f_{cd} = f_{ck}/\gamma_c = 30/1,5 = 20 \text{ MPa}$

Výztuž 10 505 (R).....  $f_{yk}=490 \text{ MPa}$ ,  $f_{yd} = f_{yk}/\gamma_s = 490/1,15 = 426,10 \text{ MPa}$

krytí výztuže: 50 mm

### Závěr

Navržená betonová konstrukce VYHOVÍ.

V Brně, v září 2018

Ing. Šárka Florianová