

<b>ING.SLAVOMÍR KYSELA</b> Autorizovaný inženýr pro pozemní stavby, zkoušení a diagnostiku staveb	Projektová, inženýrská, expertizní a dodavatelská činnost ve stavebnictví	
Farní 8, Mikulov, 419 01 Duchcov	mob: 605116507	
<b>IČ 11622873</b>	<b>ČKAIT 0400643</b>	



**POSOUZENÍ BEZPEČNOSTI A NÁVRH SANACE KONSTRUKCE ZÁBRADLÍ  
VNITŘNÍCH KOMUNIKAČNÍCH PLOCH TĚLESA PŘEHRADNÍ HRÁZE FLÁJE**

Objednavatel: Strix Chomutov a.s.  
 28.října 1081/19  
 Chomutov, 430 01

Mikulov 20.01.2017

Vypracoval: Ing.Slavomír Kysela

## **OBSAH**

1. ÚVODNÍ ÚDAJE
2. PODKLADY
3. POPIS KONSTRUKCE ZÁBRADLÍ, HODNOCENÍ
4. STATICKÉ POSOUZENÍ A NÁVRH NA ÚPRAVU
5. VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE

### **1. ÚVODNÍ ÚDAJE**

Akce:	Posouzení a úprava zábradlí vnitřních komunikačních ploch tělesa přehradní hráze Fláje
Stupeň:	Projektová dokumentace
Objednavatel:	Strix Chomutov a.s. 28.října 1081/19 Chomutov, 430 01
Zpracovatel :	Ing. Slavomír Kysela autorizovaný inženýr pro pozemní stavby, zkoušení a diagnostiku staveb ,ČKAIT 0400643 Farní 8, Mikulov, 419 01 Duchcov IČ: 11622873

Na základě požadavku Strix Chomutov a.s., bylo provedeno posouzení bezpečnosti konstrukce zábradlí vnitřních komunikačních ploch tělesa přehradní hráze Fláje, s následným návrhem úpravy, pro kterou byla zpracovaná projektová dokumentace.

Vzhledem k budoucímu záměru provozovatele přehradní hráze Fláje zprovoznit vnitřek tělesa hráze jako prohlídkovou trasu pro veřejnost, bude nutné zajistit bezpečnost konstrukcí prohlídkové trasy v souladu s platnými vyhláškami, zákony a předpisy, vztahujícími se k bezpečnosti pohybujících se osob. Ačkoliv prohlídku prováděnou návštěvníky nelze v pravém slova smyslu považovat za práci, lze s ohledem na jejich bezpečnost aplikovat, mimo jiné, „Nařízení vlády č. 362/2005 Sb“, konkrétně §3(1)b, který se týká povinnosti provozovatele zajistit provádění ochrany osob proti pádu na přístupových komunikacích, pokud leží ve výšce nad 1,5 m nad okolní úrovní, případně pokud pod nimi volná hloubka přesahuje 1,5m, a dále §3(2) který provozovateli nařizuje zajistit přednostně bezpečnost osob pomocí prostředků kolektivní ochrany, kterými jsou v tomto případě například ochranná zábradlí.

### **2. PODKLADY**

ČSN EN 1990 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí.

ČSN EN 1991-1-1(730035) Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - část 1-1: Obecné zatížení – objemové tíhy, vlastní tíha a užité zatížení pozemních staveb

ČSN EN 1993-1-1(73 1401) – Navrhování ocelových konstrukcí – část 1-1: obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

ČSN 74 3305 Ochranná zábradlí

ČSN 10219-2 Tenkostěnné profily uzavřené-Jäckly

ČSN 10162 Tenkostěnné profily otevřené

ČSN EN 10 210-2 Válcované trubky bezešvé kruhové

ČSN EN 10058 Tyče ocelové ploché válcované za tepla

Nařízení vlády č. 362/2005 Sb.

Vlastní šetření

### 3. POPIS KONSTRUKCE ZÁBRADLÍ

Stávající konstrukce zábradlí komunikačních ploch je provedená jako tyčová z uzavřených tenkostěnných profilů 60/40/2 mm a to jak horní profil(madlo), tak střední profil a sloupky. Horní a střední podélný profil jsou ukotveny na obou stranách přes přivařené kotevní pásovinu 100/40/10mm vždy jedním šroubem M 10 do betonové konstrukce stěn. Osová rozteč svislých sloupků je 1500mm, osová rozteč vodorovných profilů je 510 mm. Celková výška zábradlí od úrovně pochůzné plochy k hornímu líci madla je 1120 mm. Zábradlí je opatřeno okopným plechem výšky 100 mm od úrovně pochůzné plochy, přivařeným ke sloupkům. Sloupky nejsou kotveny do konstrukce pochůzné plochy ani se o ni neopírají. Ochranným zábradlím jsou opatřeny oboustranně pochůzné komunikace rovných úseků, ramp a schodišť kde se uvažuje s pohybem osob a rovněž tak obslužné lávky k měření, kde se s pohybem veřejnosti neuvažuje. Celá stávající konstrukce zábradlí je žárově zinkovaná, lokální povrchová koroze nemá vliv na snížení mechanických vlastností ocelových profilů.

Některé komunikační plochy, se kterými se uvažuje jako s prohlídkovou trasou nejsou v současnosti opatřeny prostředky kolektivní ochrany (nejsou opatřeny zábradlím). V případě, že budou zahrnuty do prohlídkové trasy, je nutné je opatřit ochranným zábradlím výšky min. 1200 mm, v místech kde hrozí pád z výšky nebo do hloubky větší než 1,5 m doporučuji zábradlí stejného typu s navrženou úpravou.

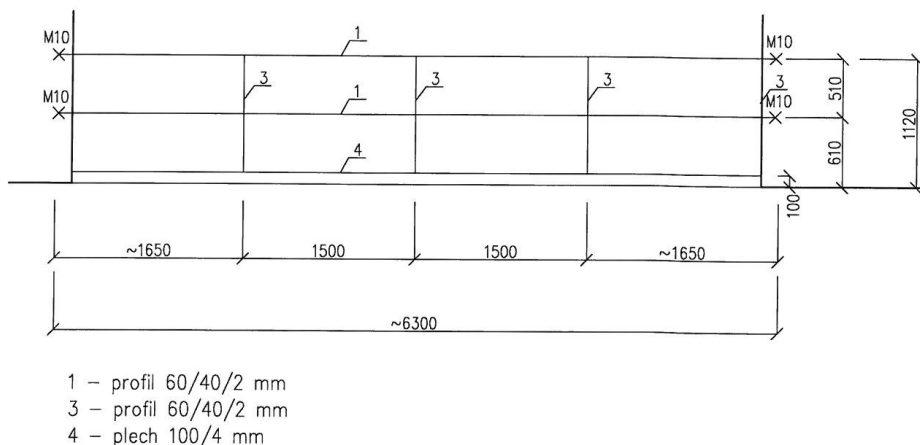
#### Hodnocení:

Stavební průzkum a diagnostika posuzované konstrukce stávajícího zábradlí kolem budoucích komunikačních tras prokázaly, že konstrukce nesplňuje požadavky na bezpečnost pohybujících se osob. Následně bylo přistoupeno k posouzení statické způsobilosti stávajících hlavních nosných prvků zábradlí a jeho kotvení, jeho provedení s ohledem na možnost propadnutí konstrukcí do hloubky a jeho výšku s ohledem na jeho přepadnutí. Následně byl proveden návrh na úpravu konstrukce zábradlí tak, aby splňovalo požadavky na bezpečnost pohybujících se poučených osob ( zakoupením vstupenky je návštěvník zároveň poučen o dodržování bezpečnostních pokynů při pohybu v areálu přehradního tělesa.)

### 4. STATICKÉ POSOUZENÍ A NÁVRH NA ÚPRAVU

#### Stávající konstrukce zábradlí

STATICKÉ SCHÉMA ZÁBRADLÍ – STÁVAJÍCÍ STAV – TYPICKÉ POLE



## **Posouzení stávající konstrukce zábradlí**

Zatížení: Kategorie PS - A  
Stálé - vertikální

Od vl. hmotnosti  
ocel

60/40/2 uzavř. podél.prof....	0,0302 x 12,60 x 1,2	=	0,456 kN
60/40/2 sloupky- uzavř.prof....	0,0302 x 2,70 x 1,2	=	0,098 kN
Ocel.doplňky.....	0,10 x 1,2	=	0,12 kN

---

od vl. hmotnosti celkem		0,674 kN
převod na 1 m' q <sub>1</sub>	0,674/ 6,3	0,106kN/m'

Nahodilé - vertikální

q <sub>2</sub>	..... 0,15 x 1,5	=	0,225 kN/m'
----------------	------------------	---	-------------

Nahodilé horizontální

q <sub>3</sub>	..... 0,5 . 1,5	=	0,75 kN/m'
----------------	-----------------	---	------------

## **Posouzení stávajících profilů**

1/ Hlavní podélné nosníky : horní pás – uzavřený tenkostěnný profil 60/40/2 mm- madlo  
střední pás - uzavřený tenkostěnný profil 60/40/2 mm  
ČSN 10219-2 ocel 11 375

$$F = 3,74 \text{ cm}^2$$

$$I_y = 18,40 \text{ cm}^4 \quad I_z = 9,83 \text{ cm}^3$$

$$W_y = 6,14 \text{ cm}^3 \quad W_z = 4,92 \text{ cm}^3$$

## **Horní pás, střední pás**

Momenty

$$M_1 \max = 0,125 q_1 \times l^2 = 0,125 \cdot 0,106 \cdot 6,3^2 = 0,526 \text{ kNm}$$

$$M_2 \max = 0,125 q_2 \times l^2 = 0,125 \cdot 0,225 \cdot 6,3^2 = 1,12 \text{ kNm}$$

$$M_3 \max = 0,125 q_3 \times l^2 = 0,125 \cdot 0,75 \cdot 6,3^2 = 3,720 \text{ kNm}$$

## **Posouvající síly**

$$V_{\max} = 0,106/2 \cdot 6,3 + 0,225/2 \cdot 6,3 = 1,04 \text{ kN}$$

Kombinace I – 4ertikální zatížení – horní pás + střední pás

$$M_v \max = M_1 \max + M_2 \max = 0,526 + 1,12 = 1,646 \text{ kNm}$$

Kombinace II – horizontální zatížení – horní + střední pás

$$M_{h \max} = M_3 \max = 3,720 \text{ kNm}$$

Posouzení průřezu – kombinace KI – vertikální složka zatížení – horní pás + střední pás

Profil 60/40/2 mm + 60/40/2 mm

$$\sigma = M_{v \max} / 2W_z = 1646 / 9,84 = 167,3 \text{ Mpa} < 235/1,15 = 204,3 \text{ Mpa} \quad \textbf{Vyhovuje}$$

Posouzení průřezu -kombinace K II - horizontální složka zatížení – horní + střední pás

Profil 60/40/2 mm + 60/40/2mm

$$F = 3,74 \text{ cm}^2$$

$$I_y = 18,40 \text{ cm}^4 \quad I_z = 9,83 \text{ cm}^4$$

$$W_y = 6,14 \text{ cm}^3 \quad W_z = 4,92 \text{ cm}^3$$

$$\sigma = M_{h \max} / 2W_y = 3720 / 12,28 = 302,93 \text{ MPa} < 235/1,15 = 204,3 \text{ Mpa} \quad \textbf{Nevyhovuje}$$

**Zábradlí nevyhovuje pro horizontální složku zatížení**

### **Svislý sloupek**

Normálová síla - od vertikálního zatížení

$$N_{\max} = 2,08/3 = 0,69 \text{ kN}$$

Profil 60/40/2 mm

$$F = 3,74 \text{ cm}^2$$

$$\sigma = N / F = 0,69/3,74 = 1,84 \text{ MPa} < 235/1,15 = 204,3 \text{ Mpa} \quad \textbf{Vyhovuje}$$

Sloupky slouží pouze jako propojení horního a středního profilu.

### **Šroubové spoje**

Šrouby stávajícího kotvení zábradlí - 4x M 10 - 5.6

$$V_{\max} = 1,04/2 = 0,52 \text{ kN} - \text{na jedno kotevní místo}$$

$$\gamma_{Mz} = 1,3$$

$$\gamma_{Mb} = 1,45$$

$$F_{Vrd} = 0,6 \cdot f_{vb} \cdot A / \gamma_{Mb} = 0,6 \cdot 500 \cdot \pi \cdot 10^2 / 4 / 1,45 = 16,241 \text{ kN} > 0,52 \text{ kN}$$

**Vyhovuje**

### **Návrh zesílení konstrukce zábradlí proti účinkům horizontální složky síly**

Horní madlo stávajícího zábradlí bude zesíleno shora přiložením otevřeného tenkostěnného profilu U 70/50/3 mm (ČSN 10162) ocel 11375, který bude společně s novým madlem zábradlí spojen pomocí šroubů M8 s horním madlem.

Nově vytvořené madlo zábradlí bude z trubky válcované, bezešvé kruhového  $\varnothing 60,3/2$  mm

( ČSN EN 10210-2) spojených se zesilujícím prvkem U 70/50/3 mm pásky z ploché oceli 50/4 mm – dl.50 mm(ČSN EN 10058) s osovou roztečí 1000 mm oboustranným svárovým spojem tl.2 mm délky 2x50mm. Zesilující prvek s novým madlem bude spojen s původním madlem vždy dvěma šrouby M8-5.6 v místech všech sloupků (šrouby s imbus-čočkovou hlavou, matice se silikonovou vložkou proti samovolnému povolení) (viz výkresová dokumentace). Zesilující konstrukce s novým madlem bude žárově zinkována s následným přebroušením ostrých hran. Vrtané otvory budou proti korozi ošetřeny zinkovým sprayem. **Plocha (výplň) zábradlí bude opatřena proti propadnutí výplní z nerez sítě X trend s oky 70 mm, kotvenou pomocí nerezového lanka ø 5 mm, do nerezových šroubů s okem M6 spojených se stávající konstrukcí pomocí nýtovacích matic M6.**

Do dnešního dne poskytl dodavatel následující informaci :

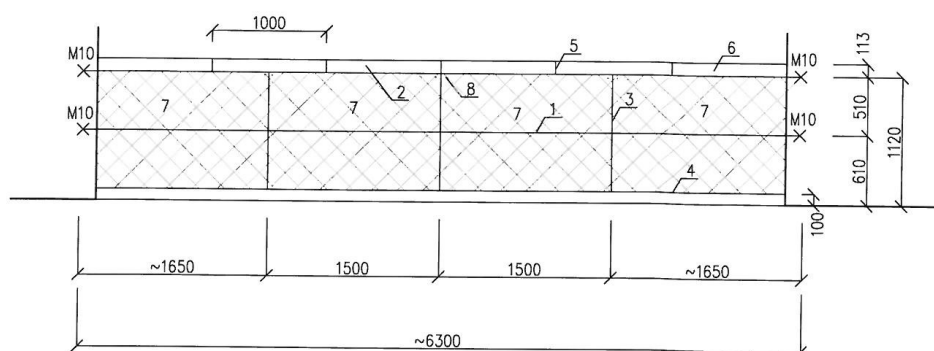
( Na základě našich zkušeností jsem se pokusit dát celkem přesnou kalkulaci.

Vycházím tedy z toho, že nerezové sítě budou vypnuté v nerezovém lanku pr. 5 mm, které bude kotveno do nerezových šroubů s okem M6. Šrouby M6 budou spojeny se stávající konstrukcí pomocí nýtovacích matic M6 ( není součástí dodávky počítáme pouze s určením pozic a práce včetně dodávky bude v rámci zámečnických prací ). Jako velikost sítí jsme zvolili cenově optimalizované řešení pomocí nerezové sítě o velikosti oka 70 mm s průměrem lanka 1,5 mm. Termín dodání cca 4-5 týdnů od zaměření)

Dodavatel následně přislíbil dodání detailů uchycení sítí dle TL, k tomu zatím nedošlo.

### **Posouzení zesílené konstrukce zábradlí**

STATICKÉ SCHÉMA ZÁBRADLÍ – NOVÝ STAV – TYPICKÉ POLE



1 – profil 60/40/2 mm

2 – 60/40/2 mm + U 70/50/3 mm

3 – 60/40/2 mm

4 – plech 100/4 mm

5 – pásovina 50/4 – dl. 50 mm

6 – trubka Ø 63/2mm

7 – nerez síť X trend – oka 70 mm

8 - šrouby M8-5.6 (šrouby s imbus-čočkovou hlavou, matice se silikonovou vložkou proti samovolnému povolení)

Zatížení: Kategorie PS - A  
Stálé - vertikální

Od vl. hmotnosti

ocel

60/40/2 uzavř.podél.prof....	0,0302 x 12,60 x 1,2	= 0,456 kN
70/50/3 otevř. podél.prof U.....	0,0377 x 6.0 x 1,2	= 0,271 kN
60/40/2 sloupky- uzavř.prof.....	0,0302 x 2,70 x 1,2	= 0,098 kN
Ocel.doplňky.....	0,15 x 1,2	= 0,18 kN
sít' X trend .....	5,0 x 0,02 x 1,2	= 0,12 kN
nové madlo.....	0,28 x 1,2	= 0,33 kN

---

od vl. hmotnosti celkem		1,455kN
převod na 1 m' q <sub>1</sub>	1,455/ 6,3	0,230kN/m'

Nahodilé - vertikální

q<sub>2</sub> ..... 0,15 x 1,5 = 0,225 kN/m'

Nahodilé horizontální

q<sub>3</sub> ..... 0,5 . 1,5 = 0,75 kN/m'

- 8 -

### Posouzení zesílených profilů

1/ Hlavní podélné nosníky : horní pás - uzavřený tenkostěnný profil 60/40/2 mm- madlo  
horní pás(přidaný)- otevřený tenkostěnný profil U70/50/3mm-madlo  
střední pás - uzavřený tenkostěnný profil 60/40/2 mm

ČSN 10219-2 ocel 11 375

uzavř. podél.prof. 60/40 /2

otevř. podél.profil U70/50/3

F = 3,74 cm<sup>2</sup>

F<sub>u</sub> = 4,92 cm<sup>2</sup>

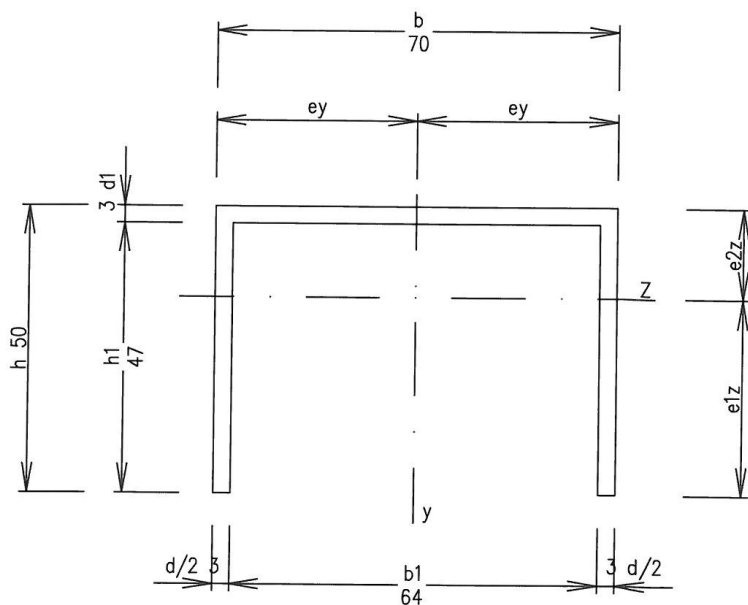
J<sub>y</sub> = 18,40 cm<sup>4</sup> J<sub>z</sub> = 9,83cm<sup>3</sup>

J<sub>yu</sub> = 40,24 cm<sup>4</sup> J<sub>z</sub>=12,79cm<sup>4</sup>

W<sub>y</sub> = 6,14 cm<sup>3</sup> W<sub>z</sub> = 4,92cm<sup>3</sup>

W<sub>yu</sub> = 11,50 cm<sup>3</sup> W<sub>zu1</sub>=3,74cm<sup>3</sup> W<sub>zu2</sub>=8,09cm<sup>3</sup>

Stanovení průřezových charakteristik otevřeného tenkostěnného profilu U 70/50/3mm



$$F = bh - b_1h_1 = 5 \cdot 7 - 4,7 \cdot 6,4 = 4,92 \text{ cm}^2$$

$$e_y = h/2 = 3,5 \text{ cm}$$

$$J_y = 1/12 (bh^3 - b_1h_1^3) = 1/12 (5 \cdot 7^3 - 4,7 \cdot 6,4^3) = 40,24 \text{ cm}^4$$

$$W_y = J_y/e_y = 40,24/3,5 = 11,50 \text{ cm}^3$$

$$e_{1z} = 1/2 \cdot h^2d + b_1d_1(2h - d_1)/hd + b_1d_1 = 1/2 \cdot 5^2 \cdot 0,6 + 6,4 \cdot 0,3(2 \cdot 5 - 0,3)/5 \cdot 0,6 + 6,4 \cdot 0,3 = 3,42 \text{ cm}$$

$$e_{2z} = 1/2 \cdot h^2d + b_1d_1^2/hd + b_1d_1 = 1/2 \cdot 5^2 \cdot 0,6 + 6,4 \cdot 0,3^2/5 \cdot 0,6 + 6,4 \cdot 0,3 = 1,58 \text{ cm}$$

$$J_z = 1/3 (be_{2z}^3 - b_1h_2^3 + de_{1z}^3) = 1/3(7 \cdot 3,7 - 6,4 \cdot 1,28^3 + 0,6 \cdot 3,42^3) = 12,79 \text{ cm}^4$$

$$W_{1z} = J_z / e_{1z} = 12,79/3,42 = 3,74 \text{ cm}^3$$

$$W_{2z} = J_z / e_{2z} = 12,79/1,58 = 8,09 \text{ cm}^3$$

**Horní pás, střední pás**

Momenty

$$M_1 \text{ max} = 0,125 q_1 \times l^2 = 0,125 \cdot 0,230 \cdot 6,3^2 = 1,141 \text{ kNm}$$

$$M_2 \text{ max} = 0,125 q_2 \times l^2 = 0,125 \cdot 0,225 \cdot 6,3^2 = 1,12 \text{ kNm}$$

$$M_3 \text{ max} = 0,125 q_3 \times l^2 = 0,125 \cdot 0,75 \cdot 6,3^2 = 3,720 \text{ kNm}$$

Posouvající síly

$$V_{\text{max}} = 0,230/2 \cdot 6,3 + 0,225/2 \cdot 6,3 = 1,433 \text{ kN}$$

Reakce A = B = 1,433 kN

Kombinace I - vertikální zatížení – horní pás + střední pás

$$M_v \text{ max} = M_1 \text{ max} + M_2 \text{ max} = 1,141 + 1,12 = 2,261 \text{ kNm}$$



Kombinace II - horizontální zatížení – horní + střední pás

$$M_{h \max} = M_3 \max = 3,720 \text{ kNm}$$

Posouzení průřezu - kombinace KI - vertikální složka zatížení – horní pás + střední pás

Profil 60/40/2 mm + 60/40/2 mm + U 70/50/3mm

$$\sigma = M_{v \max} / 2W_z + W_{zu1} = 2261 / 9,84 + 3,74 = 166,49 \text{ MPa} < 235/1,15 = 204,3 \text{ Mpa}$$

**Vyhovuje**

Posouzení průřezu - kombinace K II - horizontální složka zatížení – horní + střední pás

Profil 60/40/2 mm + 60/40/2mm + U 70/50/3mm

$$\sigma = M_{h \max} / 2W_y + W_{zu2} = 3720 / 12,28 + 8,09 = 182,62 \text{ MPa} < 235/1,15 = 204,3 \text{ Mpa}$$

**Vyhovuje**

**Zesílené zábradlí vyhovuje pro horizontální složku zatížení**

### **Svislý sloupek**

Normálová síla - od vertikálního zatížení

$$N_{\max} = 2,866/3 = 0,96 \text{ kN}$$

Profil 60/40/2 mm

$$F = 3,74 \text{ cm}^2$$

$$\sigma = N / F = 0,96/3,74 = 2,56 \text{ MPa} < 235/1,15 = 204,3 \text{ Mpa}$$

**Vyhovuje**

Sloupky slouží pouze jako propojení horního a středního profilu.

- 10 -

### **Šroubové spoje**

Šrouby stávajícího kotvení zesíleného zábradlí - 4x M 10 - 5.6

$$V_{\max} = 1,433/2 = 0,717 \text{ kN} - \text{na jedno kotevní místo}$$

$$\gamma_{Mz} = 1,3$$

$$\gamma_{Mb} = 1,45$$

$$F_{Vrd} = 0,6 \cdot f_{vb} \cdot A / \gamma_{Mb} = 0,6 \cdot 500 \cdot \pi \cdot 10^2 / 4 / 1,45 = 16,241 \text{ kN} > 0,717 \text{ kN}$$

**Vyhovuje**

**Stávající kotvení zábradlí vyhovuje i po úpravě.**

### **Svarové spoje**

Posouzení svarového spoje nosníku trubky madla 50/4 mm – délky 50mm

Navržen oboustranný koutový svár  $t = 2 \text{ mm}$ , délky 2x 50 mm

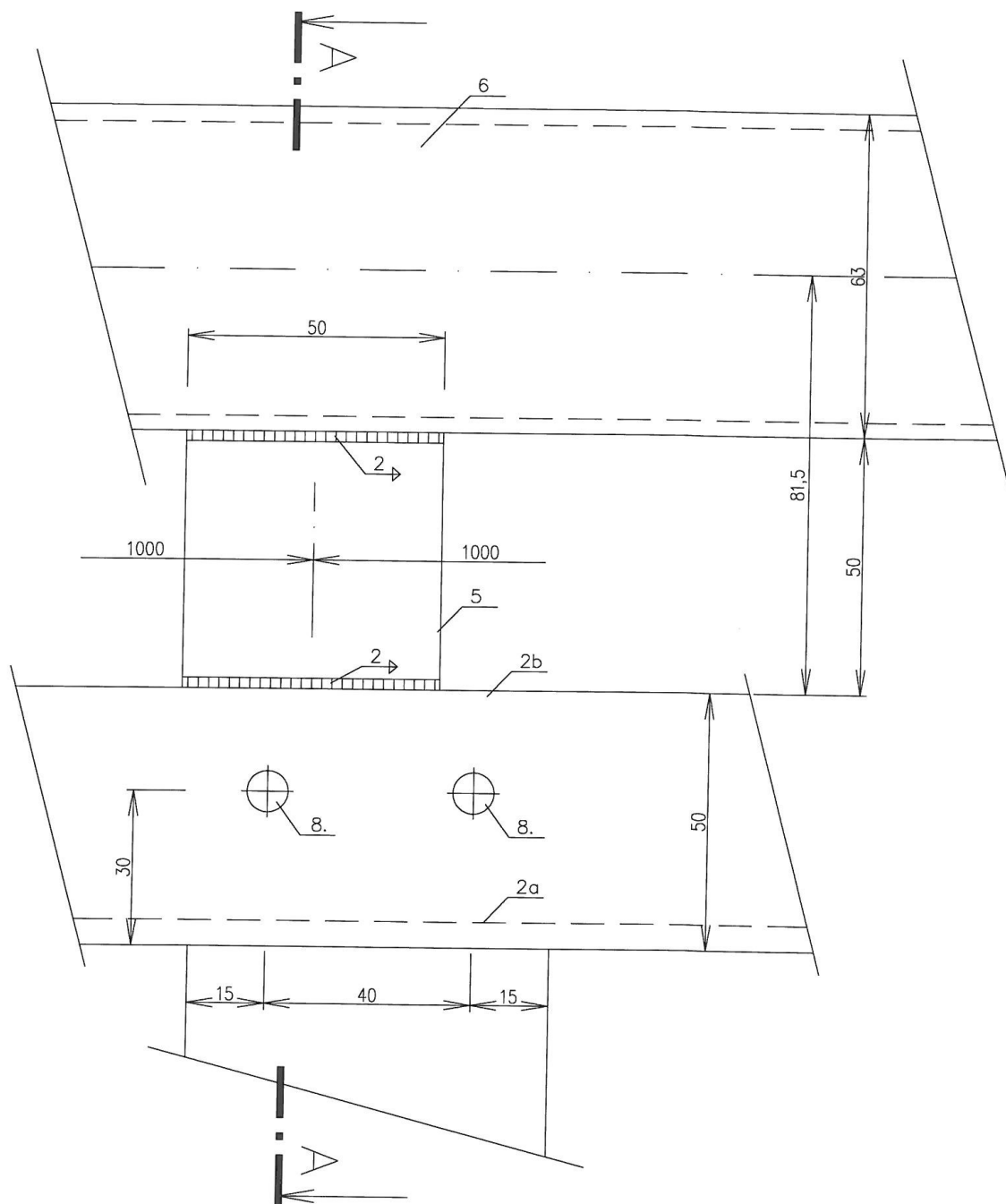
$$\tau_{II} = V_{sd} / a_w \cdot 2 \cdot L = 668/2 \cdot 2 \cdot 45 = 4,12 \text{ MPa}$$

$$\sigma_w = M / a_w \cdot 2 \cdot L^2/6 = 46000/1350 = 34,07 \text{ MPa}$$

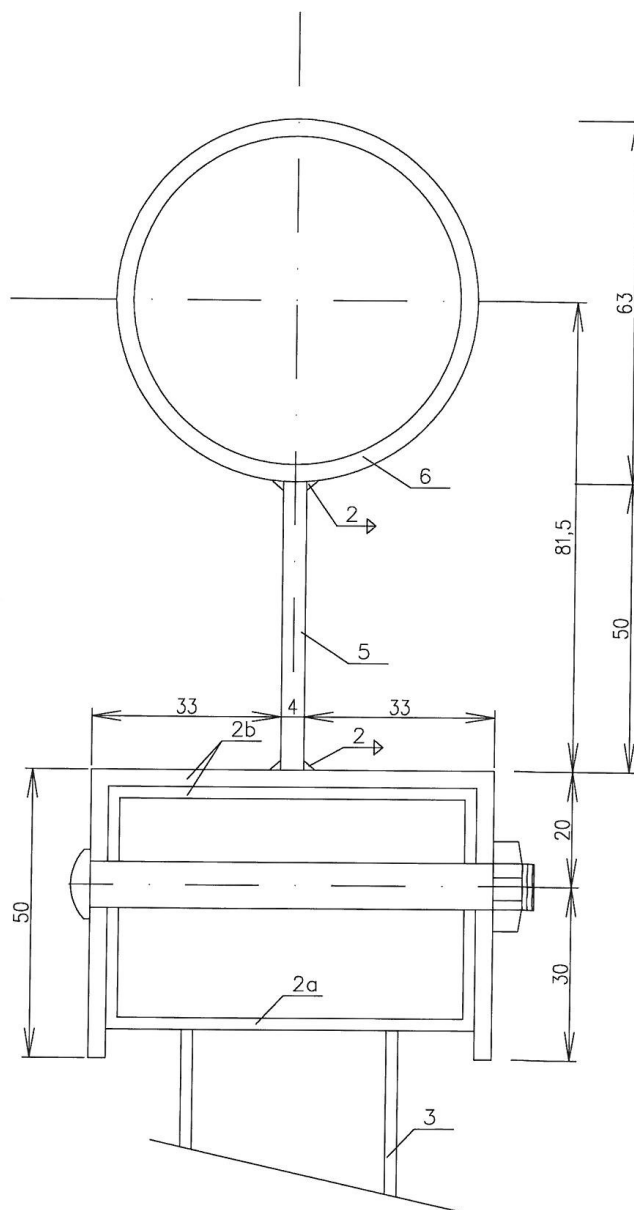
$$\sqrt{\sigma_w^2 + \tau_{II}^2} = \sqrt{4,12^2 + 34,07^2} = 34,32 \text{ MPa} < f_u / \beta_w \cdot \gamma_{Mw} \cdot \sqrt{3} = 360/0,8 \cdot 1,5 \cdot \sqrt{3} = 173,20 \text{ MPa}$$

**Vyhovuje**

VÝKRES ZESÍLENÍ STÁVAJÍCÍHO MADLA S NÁSTAVBOU NOVÉHO MADLA  
NÁRYS M 1:1



VÝKRES ZESÍLENÍ STÁVAJÍCÍHO MADLA S NÁSTAVBOU NOVÉHO MADLA  
ŘEZ A-A M 1:1



- 2a – profil 60/40/2 mm
  - 2b – 60/40/2mm +U 70/50/3 mm
  - 3 – profil 60/40/2 mm
  - 5 – pásovina 50/4 – dl. 50 mm
  - 6 – trubka  $\varnothing$  63/2 mm
  - 8 – šrouby M8–5.6
- (šrouby s imbus–čočkovou hlavou, matice se silikonovou vložkou proti samovolnému povolení)

### Doporučení pro montáž

Všechny ocelové součásti navržené úpravy zábradlí budou žárově zinkovány vyjma ochranné sítě výplně zábradlí a jejích doplňků, které budou z nerezů.

Před výrobou prvků zesílení horního madla je třeba zaměřit všechna pole stávajících zábradlí včetně schodišť a ramp vzhledem k tomu, že nejsou všechna rozměrově identická, jak je uvedeno u typického pole ve výkresové dokumentaci, která nemůže ve všech detailech sloužit jako dokumentace výroby. Navržená úprava platí rovněž pro zábradlí schodišť a ramp. Otvory pro šrouby kotvení nosných konzolí nástavby je třeba v místech sloupků předem svrtat společně se zesilujícím profilem U 70/50/3, který bude, stejně jako trubka nového madla, dlouhý jako světlost chráněného otvoru nebo v délce původního madla schodiště či rampy. Předvrtané otvory budou ošetřeny proti korozi zinkovým sprayem. Šrouby M 8 - 5.6 – dl. 80mm kterými je spojeno původní madlo se zesilujícím profilem budou s imbusovou čočkovou hlavou a s maticí se silikonovou vložkou proti samovolnému uvolnění. Šrouby budou našroubovány tak, aby čočková hlava šroubu byla z přístupné strany. Je třeba zrevidovat upevnění okopného plechu. Po dokončení montáže budou prvky zábradlí zkontrolovány, aby neobsahovaly ostré hrany.