

REKONSTRUKCE LEVOBŘEŽNÍ ČÁSTI JEZU RAJHRAD

D.2.3. PS 23 Hradicí jezové klapky – technologická část strojn

D.2.3.4. Statické výpočty

Praha, prosinec 2022

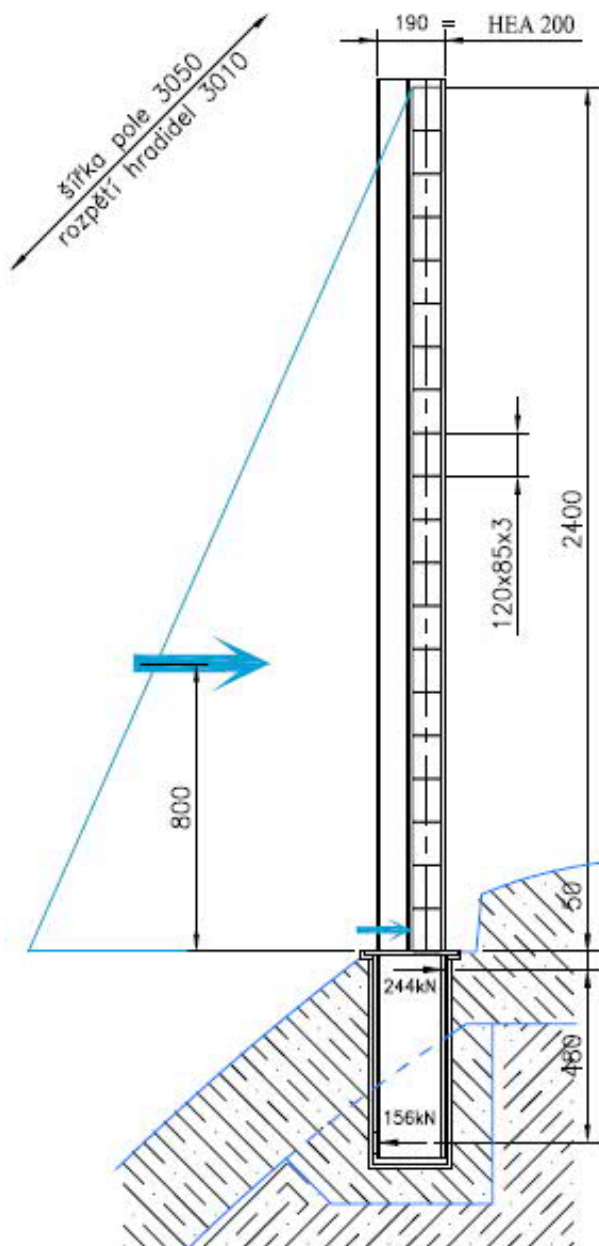
Vypracoval

Dubský & Hačecký
Družstevní ochoz 5a
140 00 Praha 4

Obsah

1	STATICKÝ VÝPOČET PROVIZORNÍHO HRAZENÍ.....	3
2	STATICKÝ VÝPOČET TĚLESA JEZOVÉ Klapky.....	4

1 STATICKÝ VÝPOČET PROVIZORNÍHO HRAZENÍ



Zatížení spodního hradidla

plocha hradidla

$$S = h \times L = 0,12 \times 3,01 = 0,36 \text{ m}^2$$

hydrostatický tlak

$$p_{\max} = H \times g = 2,4 \times 9,81 \sim 24 \text{ kPa}$$

síla na hradidlo

$$Q = S \times p_{\max} = 0,36 \times 24 = 8,7 \text{ kN}$$

ohybový moment

$$M_o = \frac{1}{8} \times Q \times L = 3,26 \text{ kNm}$$

průřezový modul hradidla

$$W_o = 32867 \text{ mm}^3$$

ohybové napětí hradidla

$$\sigma_o = M_o / W_o = \mathbf{99 \text{ MPa}}$$

Dle Eurokódu 3 ČSN EN 1993-1-1

je pro materiál třídy S235 jakosti

11 373 v tloušťkách do 40 mm mez

kluzu $f_{y1} = 235 \text{ MPa}$,

souč. materiálu $\gamma_M = 1,1$

souč. zatížení $\gamma_Q = 1,5$.

$$\gamma_Q \times \sigma_o = 1,5 \times 99 = 149 \text{ MPa} <$$

$$< f_{y1} / \gamma_M = 235 / 1,1 = 213,5 \text{ MPa}$$

VYHOVUJE

Zatížení slupice

hrozená plocha :

$$S = H \times B = 2,4 \times 3,05 = 7,32 \text{ m}^2$$

hydrostatický tlak :

$$p_T = \frac{1}{2} \times H \times g = \frac{1}{2} \times 2,4 \times 9,81 \sim 12 \text{ kPa}$$

síla na slupici :

$$Q = S \times p_T = 7,32 \times 12 = 88 \text{ kN}$$

reakce v kapse slupice : $R_h = Q \times (800 + 50 + 480) / 480 = 244 \text{ kN}$, $R_d = R_h - Q = 156 \text{ kN}$

ohybový moment : $M_o = Q \times (\frac{1}{3} \times H + 0,05) = 88 \times 0,85 = 75 \text{ kNm}$

průřezový modul slupice : $W_o = 389000 \text{ mm}^3$, průřezová plocha slupice : $A = 5380 \text{ mm}^2$

ohybové napětí slupice : $\sigma_o = M_o / W_o = 193 \text{ MPa}$, smykové napětí : $\tau = R_d / A = 29 \text{ MPa}$

napětí rovinné napjatosti : $\sigma_{\text{red}} = \sqrt{(\sigma_o^2 + 3 \times \tau^2)} = \mathbf{199 \text{ MPa}}$

Dle Eurokódu 3 ČSN EN 1993-1-1 je pro materiál třídy S355 jakosti 11 523 v tloušťkách do

40 mm mez kluzu $f_{y2} = 355 \text{ MPa}$, souč. materiálu $\gamma_M = 1,1$, souč. zatížení $\gamma_Q = 1,5$.

$$\gamma_Q \times \sigma_{\text{red}} = 1,5 \times 199 = 299 \text{ MPa} < f_{y2} / \gamma_M = 355 / 1,1 = 322,5 \text{ MPa} \dots \mathbf{VYHOVUJE}$$

2 STATICKÝ VÝPOČET TĚLESA JEZOVÉ Klapky

Ocelová konstrukce klapky byla podrobena pevnostní analýze metodou konečných prvků. Zatěžovací stavy byly uvažovány nejen všechny úrovně a kombinace hladin horní a dolní vody, ale též všechny stavy sklápění klapky. V běžném provozu zůstává klapka vztýčena s přelivnou hranou na úrovni H.S.N. (tedy 187,43) až do dosažení max. provozní hladiny ve zdrži (187,53). Při dále stoupajících průtocích se klapka postupně sklápí a udržuje tak hladinu ve zdrži na stálé úrovni 187,53. Vzhledem ke spádu na stupni Rajhrad není i při mírně zvýšených průtocích zatížení klapky ovlivněno dolní vodou. Při větším zatížení převáděním větších průtoků se zároveň začne projevovat vliv vzduté dolní vody. Pro jistotu pevnostní kontroly je však kalkulováno i s mimořádnou situací sklopeného následujícího jezu, a tudíž podstatně větší odtokovou kapacitou dolní vody. Proto je při plně vztýčené poloze klapky uvažován přepad nikoliv 10 cm, ale 25 cm paprsku přes přelivnou hranu klapky. Z tohoto počátečního stavu hladiny horní vody 187,68 při vyšším průtoku byl výpočetní model postupně sklápěn. Úroveň vzdutí dolní vody během sklápění byla stanovena na kótu 185,25, neovlivňující zatížení klapky. Rozhodující zatěžovací stav byl odhalen v míře sklopení o 55° od plně vztýčené polohy při převádění zvýšeného průtoku. Při stejném postupu pro převod maximálního průtoku Q100 byl vliv vzdutí dolní vody příčinou nižších absolutních hodnot zatížení tělesa klapky.

Výpis kombinací zatěžovacích stavů :

$$\sum \gamma_G G_k + \gamma_{Q,1} Q_{k,1}$$

Výpočet proběhl pro fyzikální hodnoty, bez ovlivňování zatížení součiniteli dle metodiky Eurokódů tak, aby mohly být stanoveny skutečné velikosti reakcí, ovládacích sil, ale i pružných deformací tělesa klapky. Kombinace se součiniteli podle Eurokódů jsou použity až ve vyhodnocení.

Pro výše popsanou polohu klapky a rozhodující kombinaci zatěžovacích stavů

Q+ fyzkomb 1.00*vl.hm. +1.00*H 187,68 +1.00*D 185,25

bylo odhaleno maximální dosažené napětí v konstrukci (viz grafická příloha)

o velikosti **88 MPa**.

Mechanické vlastnosti běžné nerezové oceli (DIN 1.4301 = ČSN 17 240.4) plně odpovídají mechanickým vlastnostem běžné konstrukční oceli (S235 = ČSN 11 375.1 = St37). Jedná se o mez kluzu na úrovni 235 MPa a mez pevnosti vyšší než 370 MPa. Návrh ocelové konstrukce klapky počítá právě s použitím běžné konstrukční oceli (s bezproblémovou možností náhrady nerezovou ocelí).

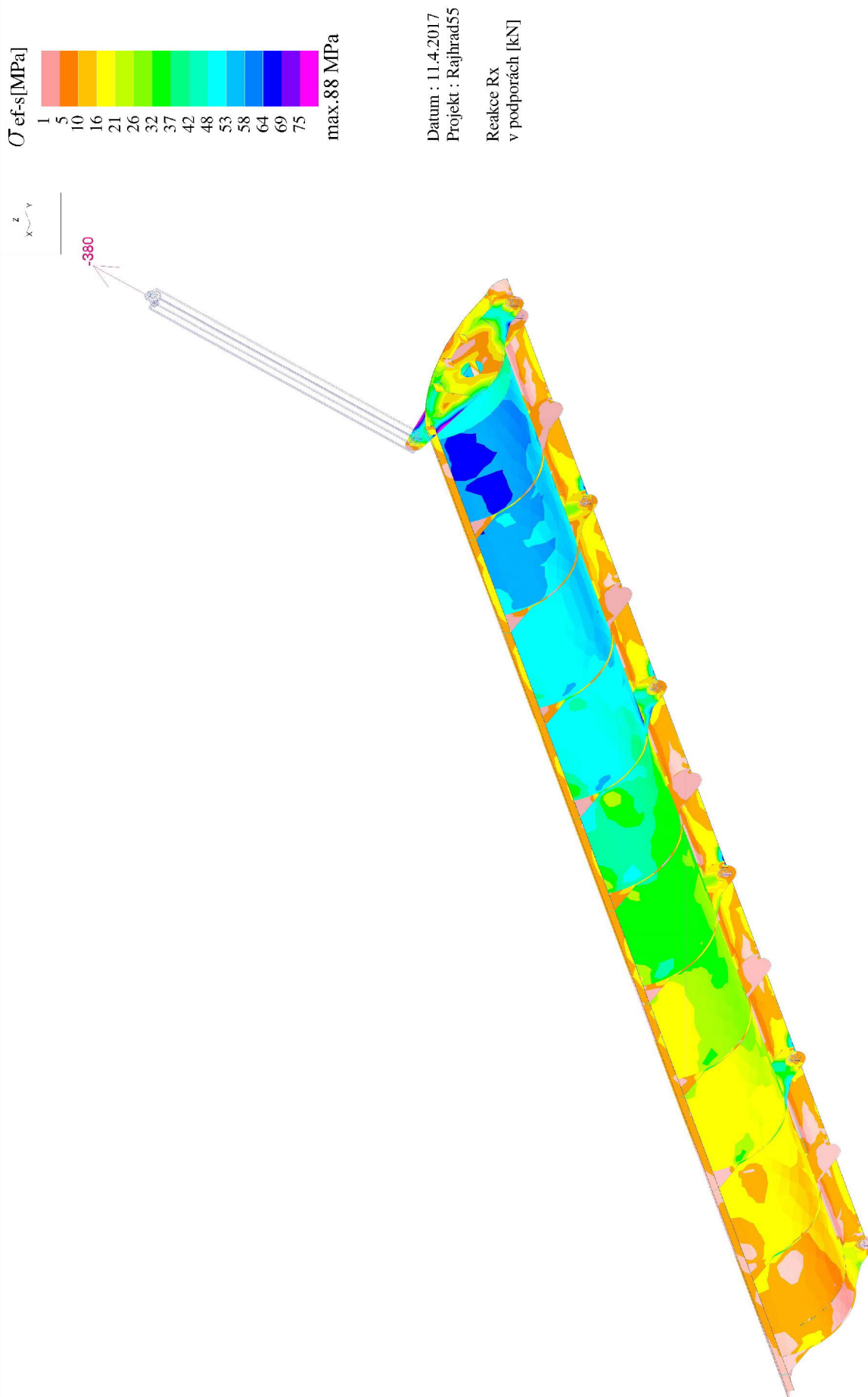
Dle Eurokódu 3 ČSN EN 1993-1-1 je pro materiál třídy S235 jakosti 11 373 v tloušťkách do 40 mm mez kluzu $f_{y1} = 235$ MPa, souč. materiálu $\gamma_M = 1,1$ souč. zatížení $\gamma_Q = 1,5$, $\gamma_G = 1,35$.

V kombinaci **Q+ eurokomb** 1.35*vl.hm. +1.50*H 187,68 +1.50*D 185,25 je součiniteli ovlivněná hodnota posuzovaného napětí $131 \text{ MPa} < f_{y1} / \gamma_M = 235 / 1,1 = 213,5 \text{ MPa}$

VYHOVUJE

Průběh skutečného napětí v celé konstrukci klapky v nejméně příznivém zatěžovacím stavu. Pohled zdola.

Zat. stav : Q+ fyzkomb



Průběh skutečného napětí v celé konstrukci klapky v nejméně příznivém zatěžovacím stavu. Pohled shora.

Zat. stav : Q+ fyzkomb

