

ZMĚNA	DATUM	POZNÁMKA

zhotovitel:	Ing. Michal Kubalík STATIKA POZEMNÍCH STAVEB	adresa: Jarníkova 1872/20, 148 00 Praha 4 - Chodov tel.: 777 891 331 e-mail: michalkubalik@seznam.cz
-------------	--	--

název stavby:	ŽERČICE, VODOJEM - REKONSTRUKCE SO 02 - STAVEBNÍ ÚPRAVY	
investor:	Vodovody a kanalizace Mladá Boleslav, a.s. Čechova 1151, 293 22 Ml. Boleslav	č.paré:
zodp. projektant:	Ing. Michal Kubalík	
část dokumentace:	D.2.1 - STATICKÁ ČÁST	datum: 2/2020
stup. dokumentace:	DUR / DSP	
název přílohy:	STATICKÝ VÝPOČET	č. přílohy: D.2.1.4

Obsah	strana
1. Úvod	1
1.1 Identifikační údaje	1
1.2 Podklady	1
1.3 Normy navrhování	1
1.4 Technické pomůcky	1
1.5 Výpočetní technika a programy	1
1.6 Popis výpočtu konstrukce	1
2. Návrh a posouzení konstrukcí	2
2.1 Zatížení sedlové střechy armaturní komory	2
2.2 Zatížení zděnou stěnou armaturní komory	2
2.3 Zatížení roznášecího žebra	2
2.4 Návrh a posouzení trámu roznášecího žebra	3

1. Úvod	
1.1 Identifikační údaje:	
Stavba:	Žerčice, vodojem - rekonstrukce
	SO02 – Stavební úpravy
Investor:	Vodovody a kanalizace Mladá Boleslav, a.s.
	Čechova 1151, 293 22 Ml. Boleslav
1.2 Podklady	
Projektové podklady:	Rozpracovaná stavební část projektu, Vodohospodářské inženýrské služby a.s., Křížová 472/47, 150 00 Praha 5, únor 2020
1.3 Normy navrhování	
ČSN EN 1990	Zásady navrhování konstrukcí
ČSN EN 1991-1-1	Zatížení konstrukcí, Část 1-1: Obecná zatížení - objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb
ČSN EN 1991-1-3	Zatížení konstrukcí, Část 1-3: Obecná zatížení – Zatížení sněhem
ČSN EN 1992-1-1	Navrhování betonových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
ČSN EN 206	Beton - Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda
ČSN EN 10080	Ocel pro výztuž do betonu - Svařitelná betonářská ocel - Všeobecně
1.4 Technické pomůcky	
- TP 51 J. Hořejší, J. Šafka: Statické tabulky, SNTL, Praha 1987	
1.5 Výpočetní technika a programy	
- Vlastní tabulky pro dimenzování konstrukcí podle výše uvedených norem v programu Microsoft Excel.	
1.6 Popis výpočtu konstrukce	
Kategorie návrhové životnosti:	4 budovy a další běžné stavby
Informativní návrhová životnost	50 let
Mezní stavy únosnosti:	
EQU	představuje ztrátu statické rovnováhy konstrukce nebo její části uvažované jako tuhé těleso, při které menší kolísání hodnoty zatížení nebo prostorového rozdělení zatížení je významné, a kde pevnosti materiálů konstrukce nebo základové půdy většinou nejsou významné;
STR	představuje případ vnitřního porušení nebo nadměrného přetvoření konstrukce nebo nosných prvků, kde rozhoduje pevnost materiálů konstrukce;
GEO	je případ poruchy či nadměrného přetvoření základové půdy, při kterém pevnost zeminy a hornin je podstatná pro zajištění únosnosti;
FAT	představuje případ únavového porušení konstrukce nebo nosných prvků.
Popis výpočtu:	
Ve statickém výpočtu je navrhnuté a posouzené železobetonové žebro pro mezní stav únosnosti (STR) a na mezní stav použitelnosti.	

2. Návrh a posouzení konstrukcí

2.1 Zatížení sedlové střechy armaturní komory

Skladba střechy	tloušťka	objemová tíha	charakteristické	γ_G	návrhové
krytina			0,45 kN/m ²	1,35	0,61 kN/m ²
izolace	0,250	1,00	= 0,25 kN/m ²	1,35	0,34 kN/m ²
tíha konstrukce			0,25 kN/m ²	1,35	0,34 kN/m ²
sádkokarton	0,013	8,50	= 0,11 kN/m ²	1,35	0,15 kN/m ²
g₁ celkem stálé zatížení - šikmý průmět			1,06 kN/m ²	1,35	1,43 kN/m ²
g celkem stálé zatížení - svislý průmět	1,06	/ cos 30°	= 1,22 kN/m ²	1,35	1,65 kN/m ²
Užitné zatížení			charakteristické	γ_Q	návrhové
q užitné zatížení	kategorie H	nepřístupná střecha	0,75 kN/m ²	1,50	1,13 kN/m ²
Zatížení sněhem					
Tvarový součinitel pro pultové a sedlové střechy v případě pokud není bráněno sklouzávání sněhu ze střechy					
sklon střechy	$\alpha = 30,00^\circ$	$\mu_1 = 0,80$			
Součinitel expozice	Typ krajiny: normální	$C_e = 1,00$			
	Tepelný součinitel	$C_t = 1,00$			
Charakteristická hodnota zatížení sněhem na zemi			oblast: 2	$s_k = 1,00$ kN/m ²	
	$\mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k$			γ_Q	
s sníh	0,80	1,00	1,00	1,00	= 0,80 kN/m ² 1,50 1,20 kN/m ²
rozhodující je zatížení sněhem					

2.2 Zatížení zděnou stěnou armaturní komory

Skladba stěny	tloušťka	objemová tíha	charakteristické	γ_G	návrhové
klinker	0,120	18,00	= 2,16 kN/m ²	1,35	2,92 kN/m ²
izolace	0,160	1,00	= 0,16 kN/m ²	1,35	0,22 kN/m ²
tíha zdiva	0,300	10,00	= 3,00 kN/m ²	1,35	4,05 kN/m ²
omítka	0,020	18,00	= 0,36 kN/m ²	1,35	0,49 kN/m ²
g zatížení na m² stěny			5,68 kN/m ²	1,35	7,67 kN/m ²

2.3 Zatížení roznášecího žebra

Skladba stropu	tloušťka	objemová tíha	charakteristické	γ_G	návrhové
nášlapná vrstva	0,020	23,00	= 0,46 kN/m ²	1,35	0,62 kN/m ²
vlastní tíha desky	0,250	25,00	= 6,25 kN/m ²	1,35	8,44 kN/m ²
g celkem stálé zatížení			6,71 kN/m ²	1,35	9,06 kN/m ²
Proměnné zatížení			charakteristické	γ_Q	návrhové
q užitné zatížení			2,50 kN/m ²	1,50	3,75 kN/m ²

2.4 Návrh a posouzení trámu roznášecího žebra

Zatížení Kombinace zatížení jako méně příznivá kombinace z následujících dvou výrazů

$$\gamma_G = 1,35$$

$$\gamma_Q = 1,50$$

$$\psi_{0,1} = 0,70$$

$$\xi_1 = 0,85$$

Kombinace 1

$$\gamma_Q \cdot \psi_{0,1} = 1,50 \cdot 0,70 = 1,05$$

zat. šířka nebo výška

γ_G

$$\text{stálé střechy armaturní komory} \quad 1,22 \cdot 2,50 = 3,06 \text{ kN/m}$$

$$\text{tíha stěny armaturní komory} \quad 5,68 \cdot 1,25 = 7,10 \text{ kN/m}$$

$$\text{stálé žebra} \quad 6,71 \cdot 1,40 = 9,39 \text{ kN/m}$$

ŽB průřez

$$\text{vlastní tíha} \quad 25,00 \cdot 0,30 \cdot 0,54 = 4,05 \text{ kN/m}$$

$$g_1 \text{ stálé zatížení} \quad 23,61 \text{ kN/m} \quad 1,35 \quad 31,87 \text{ kN/m}$$

$\gamma_Q \cdot \psi_{0,1}$

$$\text{proměnné střechy armaturní komory} \quad 0,80 \cdot 2,50 = 2,00 \text{ kN/m}$$

$$\text{proměnné žebra} \quad 2,50 \cdot 1,40 = 3,50 \text{ kN/m}$$

$$q_1 \text{ proměnné zatížení} \quad 5,50 \text{ kN/m} \quad 1,05 \quad 5,78 \text{ kN/m}$$

$$f_1 \text{ celkové zatížení} \quad 29,11 \text{ kN/m} \quad 1,29 \quad 37,64 \text{ kN/m}$$

Kombinace 2

$$\xi_1 \cdot \gamma_G = 0,85 \cdot 1,35 = 1,15$$

$\xi_1 \cdot \gamma_G$

$$g_2 \text{ stálé zatížení} \quad 23,61 \text{ kN/m} \quad 1,15 \quad 27,09 \text{ kN/m}$$

γ_Q

$$q_2 \text{ proměnné zatížení} \quad 5,50 \text{ kN/m} \quad 1,50 \quad 8,25 \text{ kN/m}$$

$$f_2 \text{ celkové zatížení} \quad 29,11 \text{ kN/m} \quad 1,21 \quad 35,34 \text{ kN/m}$$

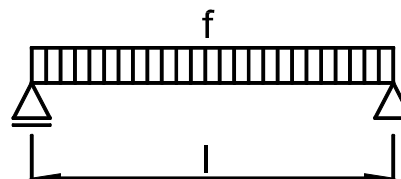
Rozhodující kombinace:

kombinace 1

Schéma konstrukce

rozpětí konstrukce

$$l = 6,00 \text{ m}$$



Vnitřní síly a reakce

$$M = 1/8 \cdot f \cdot l^2$$

$$M_g = 1/8 \cdot 23,61 \cdot 6,00^2 = 106,22 \text{ kNm} \quad 1,35 = 143,40 \text{ kNm}$$

$$M_q = 1/8 \cdot 5,50 \cdot 6,00^2 = 24,75 \text{ kNm} \quad 1,05 = 25,99 \text{ kNm}$$

$$\text{celkový moment} \quad M_f = 130,97 \text{ kNm} \quad 1,29 \quad 169,39 \text{ kNm}$$

$$V = 1/2 \cdot f \cdot l$$

$$V_g = 1/2 \cdot 23,61 \cdot 6,00 = 70,82 \text{ kN} \quad 1,35 = 95,60 \text{ kN}$$

$$V_q = 1/2 \cdot 5,50 \cdot 6,00 = 16,50 \text{ kN} \quad 1,05 = 17,33 \text{ kN}$$

$$\text{celková posouvající síla a reakce} \quad V_f = 87,32 \text{ kN} \quad 1,29 \quad 112,93 \text{ kN}$$

Pružné deformace

$$w_g = \frac{5}{48} \cdot \frac{M_g}{E} \cdot \frac{l^2}{I} = \frac{5}{48} \cdot \frac{106,22}{32,00} \cdot \frac{6,00^2}{3936,60}$$

$$w_g = 3,2 \text{ mm}$$

$$w_q = \frac{5}{48} \cdot \frac{M_q}{E} \cdot \frac{l^2}{I} = \frac{5}{48} \cdot \frac{24,75}{32,00} \cdot \frac{6,00^2}{3936,60}$$

$$w_q = 0,7 \text{ mm}$$

$$w_f = 3,9 \text{ mm}$$

Zatížení	$M_d = 169,39 \text{ kNm}$	$V_d = 112,93 \text{ kN}$	$N_d = 0,00 \text{ kN}$
Návrh průřezu, betonu			
Rozměry	$b = 0,30 \text{ m}$ $h = 0,54 \text{ m}$	$\gamma_c = 1,50$ $\alpha_{cc} = 1,0$	
Beton	C30/ 37 $E_{cm} = 32,00 \text{ GPa}$ $I_c = 3937 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$ $A_c = 0,162 \text{ m}^2$	$f_{ck} = 30,00 \text{ MPa}$ $f_{ctm} = 2,90 \text{ MPa}$ $f_{cm} = 45,00 \text{ MPa}$ $\eta = 1,00$	$f_{cd} = 20,00 \text{ MPa}$ $\varepsilon_{cu3} = 3,50$ $\lambda = 0,80$
Návrh tahové výztuže	třída tažnosti		
Výztuž	B500 B	$f_{yk} = 500,00 \text{ MPa}$	$\gamma_s = 1,15$
Počet ks na b	3,00 ks	$f_{yd} = 434,78 \text{ MPa}$	$E_s = 200,00 \text{ GPa}$
Průměr výztuže	Ø25	$\varepsilon_{yd} = 2,17$	$\xi_{bal,1} = 0,62$
Krytí výztuže	$c = 60 \text{ mm}$	Plocha výztuže na b $d_1 = 73 \text{ mm}$	$A_{s1} = 1473 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$ $d = 468 \text{ mm}$
Návrh tlakové výztuže			
Počet ks na b	2,00 ks	Plocha výztuže na b	$A_{s2} = 157 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$
Průměr výztuže	Ø10	$d_2 = 65 \text{ mm}$	$\xi_{bal,2} = 2,64$
Posouzení - MSÚ - Ohyb			
Kontrola vyztužení	$A_{s1,min} = 182 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$ $A_{s,max} = 6480 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$	$<$ $>$	$1473 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$ $1473 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$
Otlačení betonu	$M_{Rd} = 267,10 \text{ kNm}$	$>$	$M_d = 169,39 \text{ kNm}$ vyhovuje vyhovuje vyhovuje
Posouzení - MSÚ - Smyk			
Únosnost betonu ve smyku	$V_{Rd,c} = 87,92 \text{ kN}$	$<$	$V_d = 112,93 \text{ kN}$ nutné vyztužit průřez smykovou výztuží!
Návrh smykové výztuže			
Průměr výztuže	Ø8	$A_{sw} = 101 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$	
Střížnost	2	sklon třmínků:	$\alpha = 90,00^\circ$
vzdálenost tř.	$s = 200 \text{ mm}$	vliv tlakové síly:	$\alpha_{cw} = 1,00$
Kontrola vzdálenosti třmínků	$s_{max} = 0,75 \cdot d$ $s_{max} = 0,75 \cdot 468$	$<$ $<$	$(1 + \cot \alpha)$ $(1 + 0,00)$
Vzdálenost třmínků	$s_{max} = 351 \text{ mm}$	$>$	200 mm
Omezení smyk. vyztužení	$\rho_w = 0,00168$	$>$	$0,00088$
Únosnost tlakových diagonál	$V_{Rd,max} = 459,63 \text{ kN}$	$>$	$V_d = 112,93 \text{ kN}$ vyhovuje vyhovuje vyhovuje
Únosnost smykové výztuže v šikmé trhlíně	$V_{Rd,s} = A_{sw} \cdot f_{yd} \cdot 0,9 \cdot d \cdot \cot \theta / s$ $V_{Rd,s} = 101 \cdot 434,78 \cdot 421 \cdot 2,50 / 0,20$ $V_{Rd,s} = 229,88 \text{ kN}$	$>$	$V_d = 112,93 \text{ kN}$ vyhovuje
Posouzení - MSP - Deformace			
Poměr kvazistálé kombinace k charakteristické kombinaci	$G + \psi_2 \cdot Q$	$=$	$23,61 + 0,60 \cdot 5,50 = 0,92$
Moment od zatížení kvazistálé kombinace	$M_{kqp} = 0,92 \cdot M_k$ $M_{kqp} = 0,92 \cdot 130,97$	$=$	$121,07 \text{ kNm}$
Průžná deformace od kvazistálé kombinace	$w_{elqp} = 0,92 \cdot w_{el}$ $w_{elqp} = 0,92 \cdot 3,90$	$=$	$3,6 \text{ mm}$

Rozpětí konstrukce	$l = 6,00 \text{ m}$	Začátek smršťování (dny)	$t_{0,s} = 5$
Prostředí :relativní vlhkost	$RH = 50\%$	Vyšetřovaný okamžik (dny)	$t (25 \text{ let}) = 9\,125$
Začátek dotvarování (dny)	$t_{0,c} = 28$	Charakter zatížení	$\beta = 0,50$
Obvod prvku vystavený okolnímu prostředí	$u = 1,68 \text{ m}$		
Součinitel dotvarování pro zatížení			
$\phi_c(t, t_0) = \phi_0 \cdot \beta_c(t, t_0)$	$= 2,28 \cdot 0,98$	$= 2,24$	
Součinitel dotvarování pro smršťování			
$\phi_s(t, t_0) = \phi_0 \cdot \beta_s(t, t_0)$	$= 3,16 \cdot 0,98$	$= 3,10$	
Celkové poměrné smršťování			
$\epsilon_{cs} = \epsilon_{cd}(t) + \epsilon_{ca}(t)$	$= 0,000525 + 0,000050$	$= 0,0005747$	
Deformace od dlouhodobého zatížení			
Ohybová tuhost betonového průřezu bez výztuže z výpočetního modelu bez uvažování dotvarování			
$E_{cm} \cdot I_c$	$= 32,00 \cdot 3936,60$	$= 125,97 \text{ MNm}^2$	
Ohybová tuhost betonového průřezu s výztuží s uvažováním dotvarování			
$E_{c,eff} \cdot I_i$	$= 9,87 \cdot 0,0050937$	$= 50,26 \text{ MNm}^2$	
$M_{cr,lt} = 60,76 \text{ kNm}$	$<$	$M_{kqp} = 121,07 \text{ kNm}$	trhliny se očekávají
Ohybová tuhost průřezu s trhlinami s uvažováním dotvarování			
$B = E_{c,eff} \cdot I_i \cdot (1 - \xi) + E_{c,eff} \cdot I_{ir} \cdot \xi$			
$B = 50,26 \cdot (1 - 0,87) + 29,29 \cdot 0,87$		$= 31,93 \text{ MNm}^2$	
Průžná deformace do vzniku trhlin			
$w_{el,cr} = w_{elqp} \cdot M_{cr,lt} / M_{kqp}$	$= 3,6 \cdot 60,76 / 121,07$	$= 1,8 \text{ mm}$	
Deformace do vzniku trhlin s dotvarováním			
$w_{el,cr,\phi} = w_{el,cr} \cdot E_{cm} \cdot I_c / E_{c,eff} \cdot I_i$	$= 1,8 \cdot 125,97 / 50,26$	$= 4,5 \text{ mm}$	
Průžná deformace po vzniku trhlin			
$w_{el,B} = w_{elqp} - w_{el,cr}$	$= 3,6 - 1,8$	$= 1,8 \text{ mm}$	
Deformace po vzniku trhlin s dotvarováním			
$w_{el,B,\phi} = w_{el,B} \cdot E_{cm} \cdot I_c / B$	$= 1,80 \cdot 125,97 / 31,93$	$= 7,1 \text{ mm}$	
$w_f = w_{el,cr,\phi} + w_{el,B,\phi}$	$= 4,5 + 7,1$	$= 11,6 \text{ mm}$	
Deformace od smršťování			
$w_{cs} = k \cdot 1/r_{cs} \cdot l^2$	$= 0,112 \cdot 0,00136 \cdot 6,00^2$	$= 5,5 \text{ mm}$	
Celková deformace od dlouhodobého zatížení a smršťování			
$w_{lim} = l / 250$	$= 6,00 / 250$		
$w_{cel} = w_f + w_{cs}$	$= 11,6 + 5,5$		
$w_{cel} = 17,1 \text{ mm}$	$<$	$w_{lim} = 24,0 \text{ mm}$	vyhovuje
Posouzení - MSP - Omezení napětí			
Kontrola napětí v betonu			
$\sigma_c = M_k \cdot x / I_{ir}$	$= 121,07 \cdot 0,2177 / 0,002968$		
$\sigma_c = 8,88 \text{ MPa}$	$<$	$0,45 \cdot f_{ck} = 0,45 \cdot 30,00$	$= 13,50 \text{ MPa}$
			vyhovuje
Kontrola napětí ve výztuži			
$\sigma_x = \alpha_e \cdot M_k \cdot (d - x) / I_{ir}$			
$\sigma_x = 20,27 \cdot 121,07 \cdot 0,250 / 0,002968$			
$\sigma_x = 206,51 \text{ MPa}$	$<$	$0,8 \cdot f_{yk} = 0,8 \cdot 500,00$	$= 400,00 \text{ MPa}$
			vyhovuje
Posouzení - MSP - Trhliny			
Moment od celkového zatížení		$M_k = 130,97 \text{ kNm}$	
$M_{cr,lt} = 47,17 \text{ kNm}$	$<$	$M_k = 130,97 \text{ kNm}$	trhliny se očekávají
$w_k = 0,28 \text{ mm}$	$<$	$w_{lim} = 0,30 \text{ mm}$	šířka trhliny vyhovuje