

stavba: Rekonstrukce opěrné zdi v ulici Sadová, Liberec  
objednatel: IKA Veselý & partneři, a.s., Jablonecká 7/22, 460 05 Liberec V  
místo stavby: parc. č. 5800 a 985/1, k.ú. Liberec (628039)  
stupeň: dokumentace pro stavební povolení  
datum: 10/2023

## **D 1.2 – STAVEBNĚ-KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ STATICKÝ VÝPOČET NÁVRH KONSTRUKCE OPĚRNÉ ZDI**

vypracoval: Ing. Filip Jandejsek, tlf. 724 891 692  
autorizoval: Ing. Pavel Konfršt



## I. Identifikace

stavba: rekonstrukce opěrné zdi v ulici Sadová, parc. č. 5800 a 985/1, k.ú. Liberec (628039)

objednatel: IKA Veselý & partneři, a.s., Jablonecká 7/22, 460 05 Liberec V

typ objektu: železobetonové konstrukce

## II. Úvod

Statický výpočet řeší náhradu stávající dožilé opěrné konstrukce na hranicích pozemků p.č. 5800 a 985/1 novou železobetonovou konstrukcí.

Stávající opěrná zeď do tvaru L je dlouhá cca 35 m s šířkou 200 mm a slouží k vyrovnání rozdílné výškové úrovně terénu. Ze severní strany přiléhá ke stěně pozemek p.č. 985/1 s RD. Z jižní strany k opěrné zdi přiléhá stávající chodník, který je v jiné výškové úrovni než pozemek s RD. Do stávající opěrné zdi je také zabudováno stávající oplocení soukromého pozemku. Na severozápadní a jižní se nachází příjezdová komunikace k objektu. Terén okolo objektu je mírně svažité. Nová konstrukce opěrné zdi respektuje průběh té stávající. Nově je konstrukce stěny navržena ze základového pasu a na něj navazující stěny z betonových tvárnic s dodatečným zmonolitněním.

## III. Konstruktivní řešení

Opěrná betonová zeď se skládá ze základového pasu z prostého betonu a na něj navazující stěny z betonových tvárnic s dodatečným zmonolitněním.

Základový pas má šíři 1,0m a hloubku 0,9m s tím, že základová spára se nachází zhruba na kótě -1,3m po úrovni terénu nižší parcely. Základový pas je z prostého betonu třídy C20/25XC2. Únosnost základové spáry se předpokládá  $R_{dt}=150$  kPa.

Navazující opěrná stěna je tloušťky 300mm, výška je proměnná. Maximální výška koruny stěny nad úrovní horní hrany základového pasu je cca 1,7m. Stěna bude zbudována z prefabrikovaných tvarovek délky 400mm, šířky 300mm a výšky 200mm. Výztuž je prutová, vázaná. Svislá výztuž je ze dvou prutů  $\varnothing 10$  B500B, vždy jeden u líce stěny. Osová vzdálenost svislé výztuže je 200mm. Rozdělovací výztuž je 2ks  $\varnothing 8$  B500B na každou vodorovnou spáru. Spojení základového pasu a stěny je provedené trnovací výztuží stejného průměru a stejných kusů jako svislá výztuž stěny. Trnování může být provedeno během betonáže pasu a nebo dodatečným vlepením výztuže. Beton pro zmonolitnění stěny je třídy C25/30XC2.

#### **IV. Zatížení působící na konstrukci, výpočet**

Statický výpočet byl provedený v souladu s platnými ČSN EN normami. Stálá zatížení působící na konstrukci byla sestavená z projektové dokumentace objednatele statického výpočtu. Klimatická zatížení na konstrukci nepůsobí

Stálá zatížení

- zatížení na povrchu  $g_k=3,0 \text{ kN/m}^2$

Nahodilá zatížení

- zatížení provozem – LM1 – pruh č.2  $q_k=2,5 \text{ kN/m}^2$   $\alpha_q = 1,6$ ,  $Q_k=200 \text{ kN}$   $\alpha_\Theta = 0,8$ ,

#### **V. Použité podklady, technické normy, technické předpisy**

ČSN EN normy, technické normy, technické předpisy

EN 1990 Zásady navrhování konstrukcí

EN 1991 Zatížení konstrukcí

EN 1992 Navrhování betonových konstrukcí

EN 1997 Navrhování geotechnických konstrukcí

#### **VI. Závěr**

Statický výpočet prokázal únosnost betonové konstrukce zdi dle mezního stavu únosnosti MSÚ i použitelnosti MPS dle platné ČSN EN normy.

Liberec, listopad 2023

Ing. Filip Jandejsek

# REKONSTRUKCE OPĚRNÉ ZDI V ULICI SADOVÁ

## ZATÍŽENÍ

### STÁLÁ ZATÍŽENÍ

- NA PLOCHU

$$30 \text{ kN/m}^2$$

### NAHODILÁ ZATÍŽENÍ

PROVOZ - MODEL LM1, PRUH C.2

$$Q_k = 200 \text{ kN} \quad \alpha_Q = 0,8$$

$$q_k = 4,5 \text{ kN/m}^2 \quad \alpha_q = 1,6$$

ŠÍŘKA PRUHU 3,0 m

$$A = (3 \times 4,5) \text{ m}^2$$

ROVNOMĚRNÉ NAHODILÉ ZATÍŽENÍ

$$f_k = 4,5 \times 1,6 + (0,8 \times 200) / (3 \times 4,5) = 16,0 \text{ kN/m}^2$$

### ZEMINA TŘÍDA FL

$$\gamma = 18,5 \text{ kN/m}^3 \quad \varphi_{ef} = 26^\circ$$

$$K_a = \tan^2 \left( 45 - \frac{\varphi_{ef}}{2} \right) = 0,44$$

## Výpočet tížné zdi

### Vstupní data

Akce : Rekonstrukce opěrné zdi v ulici Sadová, Liberec  
Datum : 30.10.2023

### Nastavení

Standardní - EN 1997 - DA2

### Materiály a normy

Betonové konstrukce : EN 1992-1-1 (EC2)  
Součinitele EN 1992-1-1 : standardní  
Zděná (kamenná) zeď : EN 1996-1-1 (EC6)

### Výpočet zdí

Metodika posouzení : výpočet podle EN 1997  
Výpočet aktivního tlaku : Coulomb (ČSN 730037)  
Výpočet pasivního tlaku : Caquot-Kerisel (ČSN 730037)  
Výpočet zemětřesení : Mononobe-Okabe  
Tvar zemního klínu : počítat šikmý  
Dovolená excentricita : 0,333  
Návrhový přístup : 2 - redukce zatížení a odporu

Součinitele redukce zatížení (F)			
Trvalá návrhová situace			
		Nepříznivé	Příznivé
Stálé zatížení :	$Y_G =$	1,35 [-]	1,00 [-]
Proměnné zatížení :	$Y_Q =$	1,50 [-]	0,00 [-]
Zatížení vodou :	$Y_W =$	1,35 [-]	

Součinitele redukce odporu (R)			
Trvalá návrhová situace			
Součinitel redukce odporu na překlopení :	$Y_{Rv} =$	1,40 [-]	
Součinitel redukce odporu na posunutí :	$Y_{Rh} =$	1,10 [-]	
Součinitel redukce odporu základové půdy :	$Y_{Re} =$	1,40 [-]	

Kombinační součinitele pro proměnná zatížení			
Trvalá návrhová situace			
Součinitel kombinační hodnoty :	$\psi_0 =$	0,70 [-]	
Součinitel časté hodnoty :	$\psi_1 =$	0,50 [-]	
Součinitel kvazistálé hodnoty :	$\psi_2 =$	0,30 [-]	

### Kotvy

Metodika posouzení : mezní stavy

Součinitele redukce			
Součinitel spolehlivosti oceli :	$Y_s =$	1,35 [-]	
Součinitel redukce na vytržení ze zeminy :	$Y_e =$	1,35 [-]	
Součinitel redukce na vytržení ze zálivky :	$Y_c =$	1,35 [-]	

### Materiál konstrukce

Objemová tíha  $\gamma = 23,00 \text{ kN/m}^3$   
Výpočet betonových konstrukcí proveden podle normy EN 1992-1-1 (EC2).

#### Beton: C 20/25

Válcová pevnost v tlaku  $f_{ck} = 20,00 \text{ MPa}$   
Pevnost v tahu  $f_{ctm} = 2,20 \text{ MPa}$

#### Ocel podélná: B500B

Mez kluzu  $f_{yk} = 500,00 \text{ MPa}$

## Geometrie konstrukce

Číslo	Pořadnice X [m]	Hloubka Z [m]
1	0,00	0,00
2	0,00	1,60
3	0,35	1,60
4	0,35	2,50
5	-0,65	2,50
6	-0,65	1,60
7	-0,30	1,60
8	-0,30	0,00

Počátek  $[0,0]$  je v nejhořejším pravém bodu zdi.

Plocha řezu zdi = 1,38 m<sup>2</sup>.

Název : Geometrie

Fáze - výpočet : 1 - 0

The drawing shows a cross-section of a concrete structure with a stepped profile. The left side features a vertical wall with a total height of 2.50. The main body of the structure has a base width of 1.00 and a height of 0.90. A vertical step on the right side has a height of 1.60 and a top width of 0.30. The slope of this step is indicated as 0.00:1. The top of the structure is a horizontal slab with a width of 6.00 and a thickness of 0.20. The right edge of the slab is reinforced with a dense grid of blue lines, with a total width of 16.00 indicated. The structure is filled with a yellow pattern representing concrete. Dimensions are given in meters (m).

## Základní parametry zemin

Číslo	Název	Vzorek	$\varphi_{ef}$ [°]	$c_{ef}$ [kPa]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{su}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\delta$ [°]
1	Třída F4, konzistence tuhá		24,50	14,00	18,50	8,50	10,00

Pro výpočet tlaku v klidu jsou všechny zeminy zadány jako nesoudržné.

### Parametry zemin

**Třída F4, konzistence tuhá**

Objemová tíha :  $\gamma = 18,50 \text{ kN/m}^3$

Napjatost :                      efektivní

Úhel vnitřního tření :  $\varphi_{ef} = 24,50^\circ$

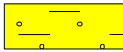
Soudržnost zeminy :  $c_{ef} = 14,00 \text{ kPa}$

Třecí úhel kce-zemina :  $\delta = 10,00^\circ$

Zemina : nesoudržná

Obj.tíha sat.zeminy :  $\gamma_{\text{sat}} = 18,50 \text{ kN/m}^3$

## Geologický profil a přiřazení zemín

Číslo	Mocnost vrstvy t [m]	Hloubka z [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1		- 0,00 .. ∞	Třída F4, konzistence tuhá	

### Založení

Typ založení : zemina - geologický profil

### Tvar terénu

Terén za konstrukcí je rovný.

### Vliv vody

Hladina podzemní vody je pod úrovní konstrukce.

### Zadaná plošná přitížení

Číslo	Přítížení		Působ.	Vel.1 [kN/m <sup>2</sup> ]	Vel.2 [kN/m <sup>2</sup> ]	Poř.x x [m]	Délka l [m]	Hloubka z [m]
	nové	změna						
1	Ano		stálé	3,00				na terénu
2	Ano		proměnné	16,00		0,20	6,00	na terénu

Číslo	Název
1	G
2	LM1 - pruh č.2

### Odpor na líci konstrukce

Odpor na líci konstrukce: pasivní

Zemina na líci konstrukce - Třída F4, konzistence tuhá

Třecí úhel kce-zemina  $\delta = 0,00^\circ$

Výška zeminy před zdí  $h = 0,90$  m

Terén před konstrukcí je rovný.

### Nastavení výpočtu fáze

Návrhová situace : trvalá

Zed' se může přemístit, je počítána na zatížení aktivním tlakem.

Redukce úhlu tření zemina/zemina : neredukovat

### Posouzení čís. 1

#### Spočtené síly působící na konstrukci

Název	$F_{hor}$ [kN/m]	Působíště z [m]	$F_{vert}$ [kN/m]	Působíště x [m]	Koef. překl.	Koef. posun.	Koef. napětí
Tíh.- zed'	0,00	-0,88	31,74	0,50	1,000	1,000	1,350
Odpor na líci	-57,53	-0,40	0,00	0,00	1,000	1,000	1,350
Tíh.- zemní klín	0,00	-1,08	1,76	0,77	1,000	1,000	1,350
Aktivní tlak	1,88	-1,05	2,76	0,86	1,350	1,350	1,350
G	0,97	-0,86	1,44	0,82	1,350	1,350	1,350
LM1 - pruh č.2	5,62	-0,57	4,04	0,82	1,500	1,500	1,500

### Posouzení celé zdi

#### Posouzení na překlopení

Moment vzdorující  $M_{res} = 19,29$  kNm/m

Moment klopící  $M_{ovr} = -14,54$  kNm/m

**Zed' na překlopení VYHOVUJE**

#### Posouzení na posunutí

Vodor. síla vzdorující  $H_{res} = 31,47$  kN/m

Vodor. síla posunující  $H_{act} = -45,25$  kN/m

**Zed' na posunutí VYHOVUJE**

**Celkové posouzení - ZED' VYHOVUJE**

Maximální napětí v základové spáře : 56,95 kPa

## Únosnost základové půdy

### Síly působící ve středu základové spáry

Číslo	Moment [kNm/m]	Norm. síla [kN/m]	Pos. síla [kN/m]	Excentricita [-]	Napětí [kPa]
1	-27,21	56,95	-65,38	0,000	56,95
2	-18,94	45,23	-45,25	0,000	45,23

### Normové síly působící ve středu základové spáry (výpočet sedání)

Číslo	Moment [kNm/m]	Norm. síla [kN/m]	Pos. síla [kN/m]
1	-20,37	41,74	-49,06

### Posouzení únosnosti základové půdy

Tvar napětí v základové půdě : obdélník

#### Posouzení excentricity

Max. excentricita normálové síly  $e = 0,000$

Maximální dovolená excentricita  $e_{alw} = 0,333$

**Excentricita normálové síly VYHOVUJE**

#### Posouzení únosnosti základové spáry

Únosnost základové půdy  $R = 150,00 \text{ kPa}$

Součinitel redukce odporu základové půdy  $\gamma_{Rv} = 1,40$

Max. napětí v základové spáře  $\sigma = 56,95 \text{ kPa}$

Návrhová únosnost základové půdy  $R_d = 107,14 \text{ kPa}$

**Únosnost základové půdy VYHOVUJE**

**Celkové posouzení - únosnost základové půdy VYHOVUJE**



Projekt: Rekonstrukce opěrné zdi v ulici Sadová, Liberec  
Číslo projektu:  
Autor:



## Materiály

### Beton

Název	$f_{ck}$ [MPa]	$f_{ctk,0.05}$ [MPa]	$f_{ctm}$ [MPa]	$E_{cm}$ [MPa]	$\nu$ [-]	$\varphi_{perm}$	$\varphi_{pres}$
C20/25	20,0	1,5	2,2	29962,0	0,20	2,5	2,5
$\epsilon_{c2} = 20,0 \cdot 10^{-4}$ , $\epsilon_{cu2} = 500,0 \cdot 10^{-4}$ , Typ diagramu: Parabolický $\varphi_{perm}: 2,50$ $\varphi_{pres}: 2,50$							

### Výztuž

Název	$f_{yk}$ [MPa]	k [-]	$E_s$ [MPa]	Jednotková hmotnost [kg/m <sup>3</sup> ]	$\epsilon_{uk}$ [1e-4]	Povrch
B 500B	500,0	1,08	200000,0	7850	500,0	Žebírkový
$\epsilon_{st} = 500,0 \cdot 10^{-4}$ , $\epsilon_{sc} = 500,0 \cdot 10^{-4}$ ,						

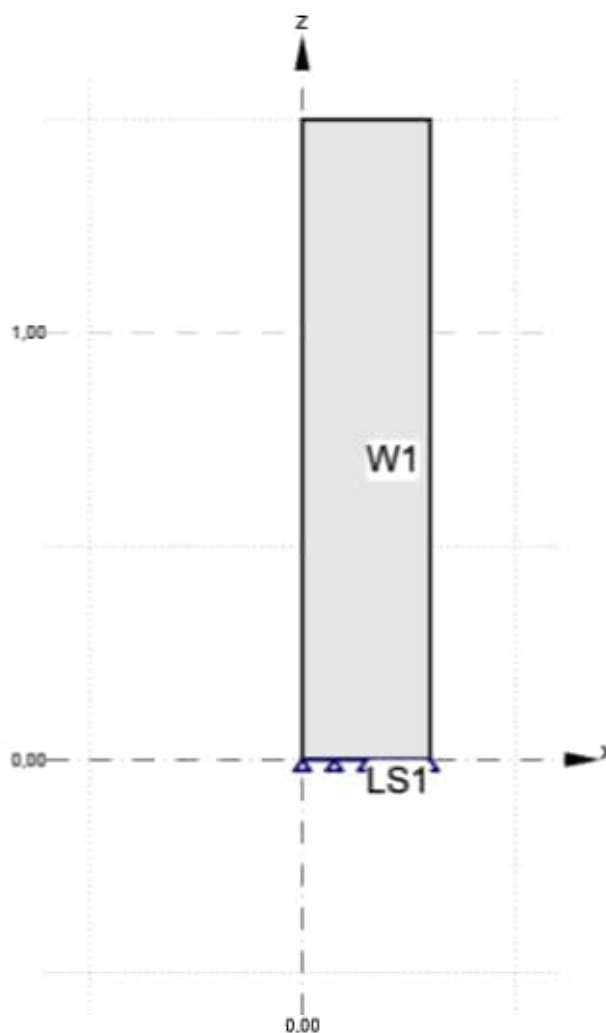
Projekt: Rekonstrukce opěrné zdi v ulici Sadová, Liberec

Číslo projektu:

Autor:

## DRM1

### Geometrie



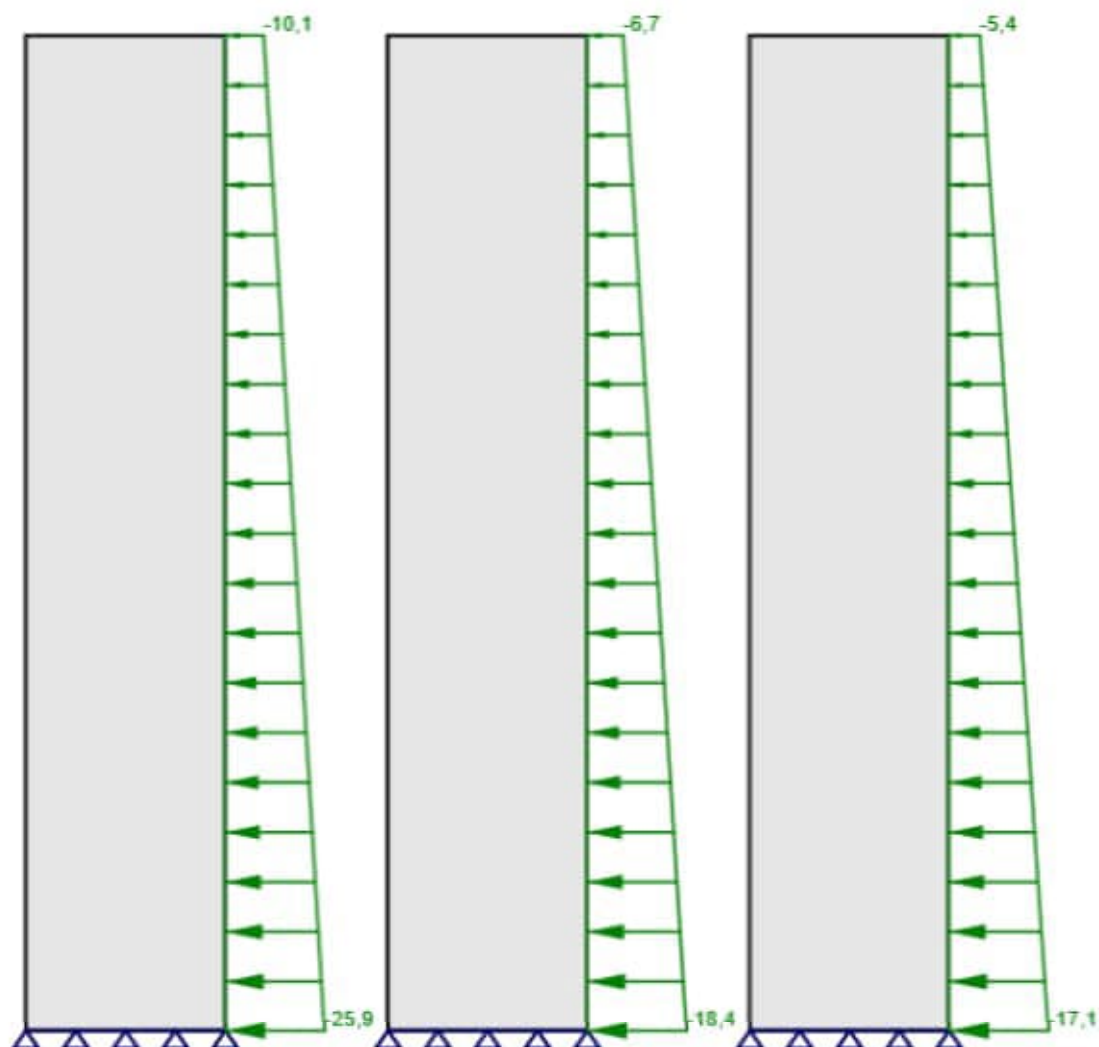
#### Celková tabulka

Název	Typ	Vlastnosti	Pozice
W1	Stěna	Obdélníkový; W: 0,30 m; H: 1,50 m; T: 1,00 m; Materiál: C20/25	
LS1	Liniová podpora	X; Z; Globální	M: W1, Hrana 1; Celá délka

Projekt: Rekonstrukce opěrné zdi v ulici Sadová, Liberec  
 Číslo projektu:  
 Autor:

## Zatížení

C1, C2, C3



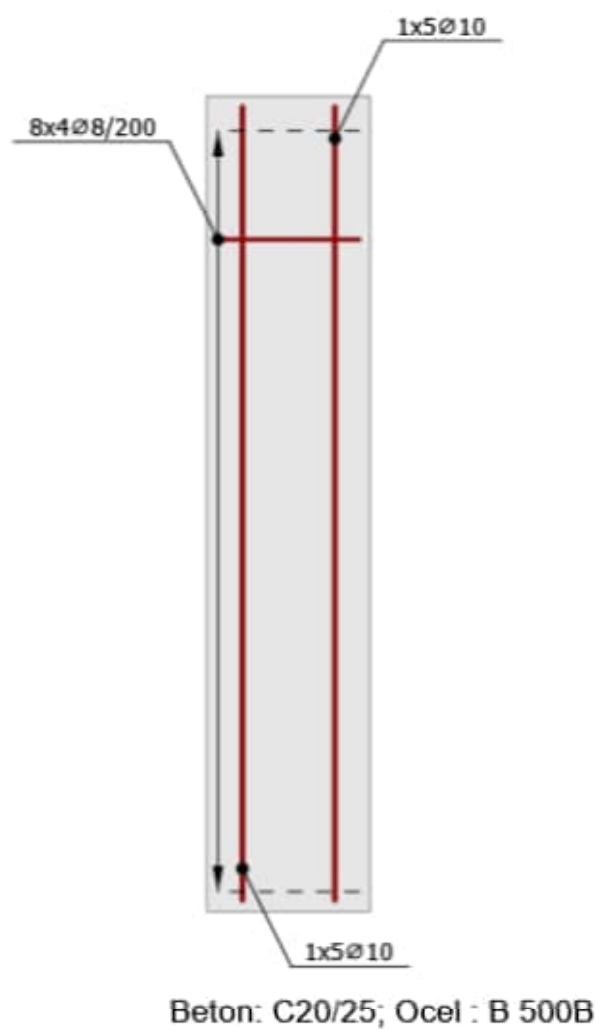
## Kombinace

Název	Typ	Obsah
C1	ULS	$1,35 \cdot LC1 + 1,50 \cdot LC2$
C2	SLS - Charakteristická	$LC1 + LC2$
C3	SLS - Kvazistálá	$LC1 + 0,80 \cdot LC2$

Projekt: Rekonstrukce opěrné zdi v ulici Sadová, Liberec  
Číslo projektu:  
Autor:

## Výztuž

Schéma vyztužení



Projekt: Rekonstrukce opěrné zdi v ulici Sadová, Liberec  
Číslo projektu:  
Autor:



## Výsledky

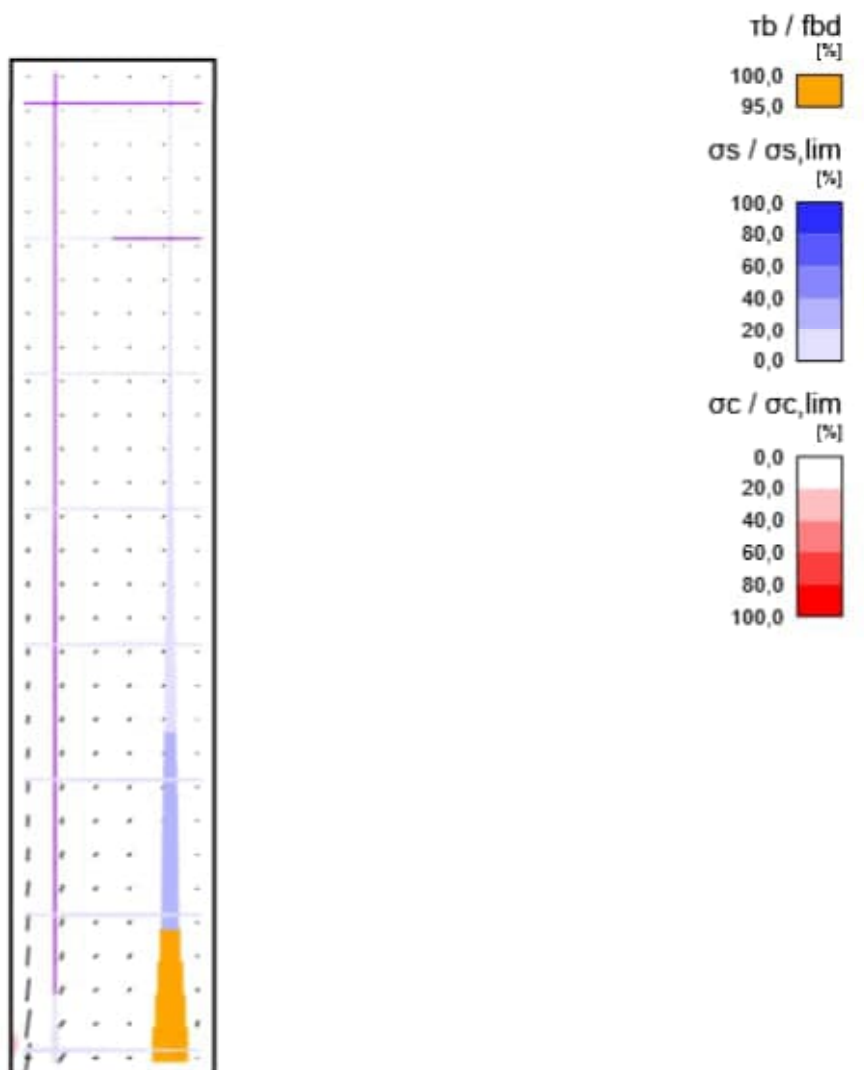
### Souhrn


#### Celková tabulka

Položka posudku		Kombinace	Přírůstek	Položka			
MSÚ		C1	G100,0%, V100,0%	Pevnost výztuže			
Položka posudku		Položka	Využití				
Pevnost betonu		W1	$\sigma_c/\sigma_c, \text{lim: } 22,9\%$				
Pevnost výztuže		GB1	$\varepsilon_s/\varepsilon_s, \text{lim: } 11,2\%, \sigma_s/\sigma_s, \text{lim: } 64,4\%$				
Kotevní délka		GB1	$\tau_b/f_{bd}: 99,7\%$				
MSP		C2 (LT)	G100,0%, V100,0%	Omezení napětí			
Položka posudku	Kombinace	Přírůstek		Kritický posudek	Položka	Využití	
Omezení napětí	C2 (LT)	G100,0%, V100,0%		7.2(5)	GB1	55,0%	
Šířka trhlin	C3 (LT)	G100,0%, V100,0%		w/wlim	GB1	49,5%	

## MSÚ - Souhrn

Tok napětí



Nad mezí kluzu	Tlak	Vysvětlení
		Tloušťka úměrná k síle

Souhrn reakcí a aplikovaných zatížení: C1, Přírůstek zatížení: G100,0%, V100,0%

Typ	$F_x$ [kN]	$F_z$ [kN]	$M_y$ [kNm]
Souhrn reakcí	27,0	14,9	-15,0
Souhrn aplikovaných zatížení	-27,0	-14,9	15,0
Kontrola rovnováhy	0,0	0,0	0,0

Projekt: Rekonstrukce opěrné zdi v ulici Sadová, Liberec

Číslo projektu:

Autor:

## MSÚ - Pevnost

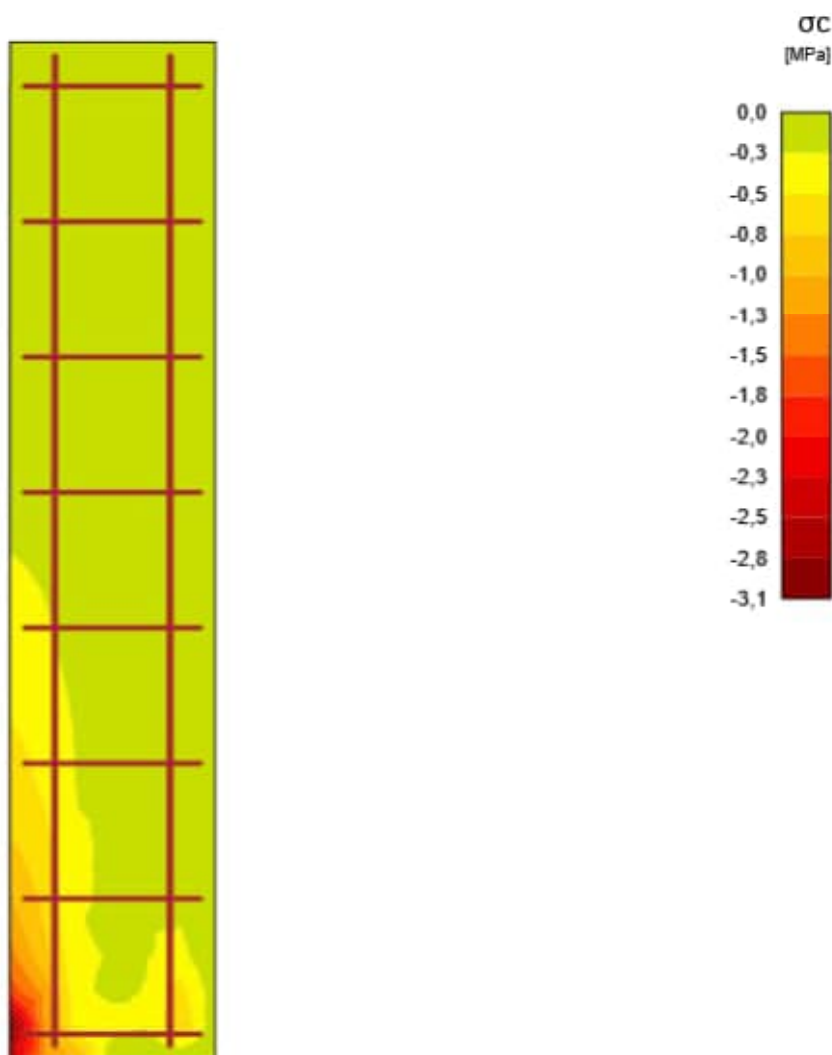
Detailní výsledky pevnosti betonu: C1, Přírůstek zatížení: G100,0%, V100,0%

Prvek	$\sigma_c$ [MPa]	$\epsilon_c$ [1e-4]	$\epsilon_{pl}$ [1e-4]	$\sigma_c/\sigma_{c,lim}$ [%]	
W1	-3,1	-2,3	0,0	22,9	OK

Podrobné výsledky pevnosti výztuže: C1, Přírůstek zatížení: G100,0%, V100,0%

Prvek	$\sigma_s$ [MPa]	$\epsilon_s$ [1e-4]	$\sigma_s/\sigma_{s,lim}$ [%]	$\epsilon_s/\epsilon_{s,lim}$ [%]	
GB1	302,4	9,4	64,4	11,2	OK
GB3	50,8	0,3	10,8	0,3	OK
GB2	39,6	0,2	8,4	0,2	OK

Hlavní napětí betonu  $\sigma_c$

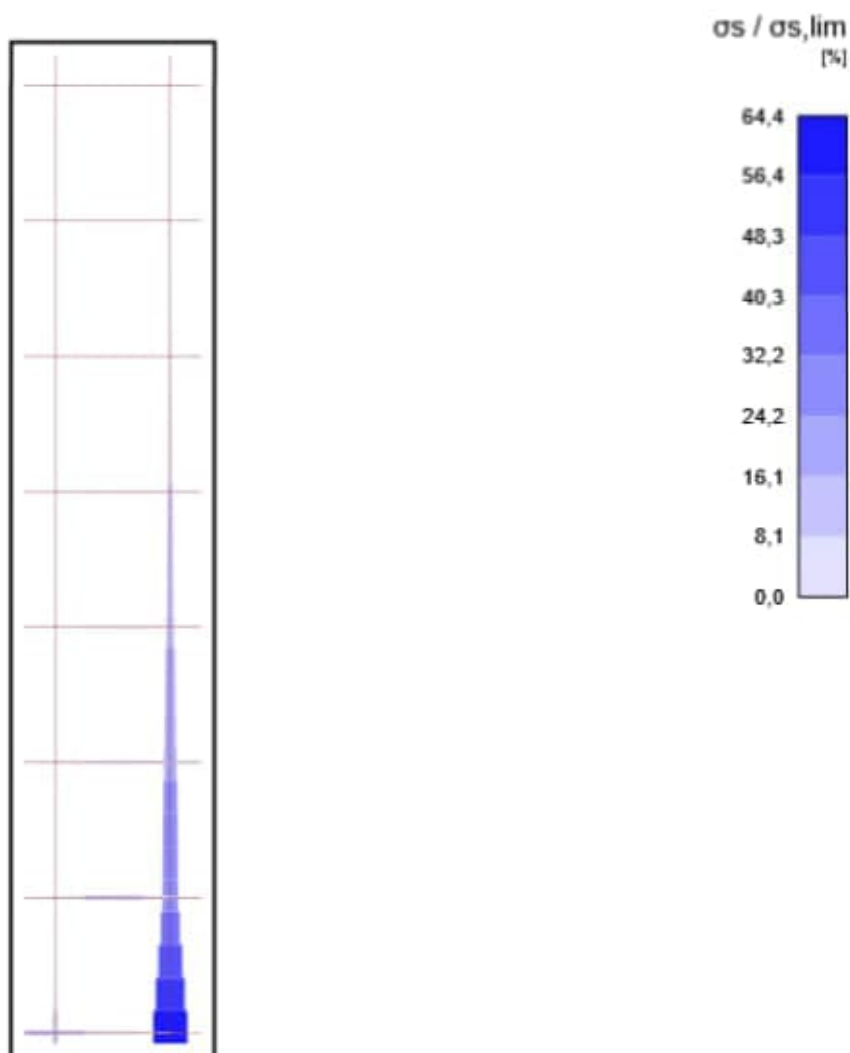


Projekt: Rekonstrukce opěrné zdi v ulici Sadová, Liberec

Číslo projektu:

Autor:

Poměr napětí/pevnost výztuže -  $\sigma_s/\sigma_{s,lim}$  [%]



## MSÚ - Kotvení

Detailní výsledky kotvení - Výztuž: C1, Přírůstek zatížení: G100,0%, V100,0%

Prvek	$\tau_b$ [MPa]	$F_a$ [kN]	$F_{tot}$ [kN]	$F_{tot}/F_{lim}$ [%]	$\tau_b/f_{bd}$ [%]	
GB1	-2,3	121,7	118,8	64,4	99,7	OK
GB3	-2,1	7,7	10,2	26,6	92,0	OK
GB2	1,9	16,3	15,5	8,4	83,7	OK



Projekt: Rekonstrukce opěrné zdi v ulici Sadová, Liberec  
Číslo projektu:  
Autor:

## MSP - Trhliny

Podrobné výsledky trhlin: C3, Přírůstek zatížení: G100,0%, V100,0%,  $w_{lim}=0,300$  mm

Prvek	X [m]	Z [m]	w [mm]	w/w <sub>lim</sub> [%]	
GB1	0,24	0,02	0,149	49,5	OK
GB3	0,24	0,24	0,011	3,6	OK
GB3	0,19	0,04	0,010	3,3	OK
GB2	0,07	1,48	0,000	0,0	OK

## Mezivýsledky trhlin

Member	$\epsilon_{cm}$ [1e-4]	$\epsilon_m$ [1e-4]	$s_r$ [mm]	$\Phi$ [mm]	$\rho_{eff}$ [%]	$w_b$ [mm]	$\theta_r$ [-]	$\theta_b$ [-]
GB1	0,0	4,0	375	10	0,66	0,149	3,13	1,57
GB3	0,0	0,2	345	8	0,58	0,005	0,51	0,00
GB3	0,0	0,1	240	8	0,83	0,002	0,25	0,00
GB2	0,0	0,0	0	0	0,00	0,000	0,00	0,00

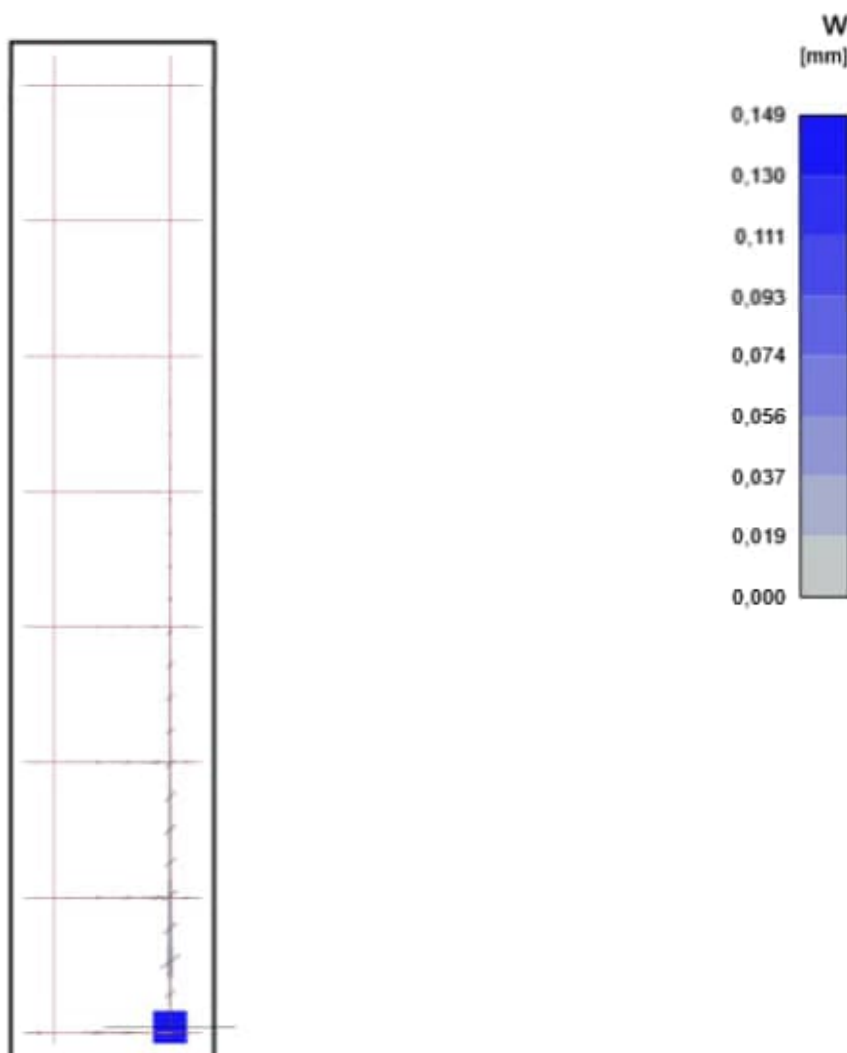
Upozornění: V tabulce jsou zobrazeny střední hodnoty TCM (tension chord model). V aktuální verzi programu nejsou k dispozici odpovídající hodnoty POM (pull-out model).

Projekt: Rekonstrukce opěrné zdi v ulici Sadová, Liberec

Číslo projektu:

Autor:

Šířka trhlin - w [mm]

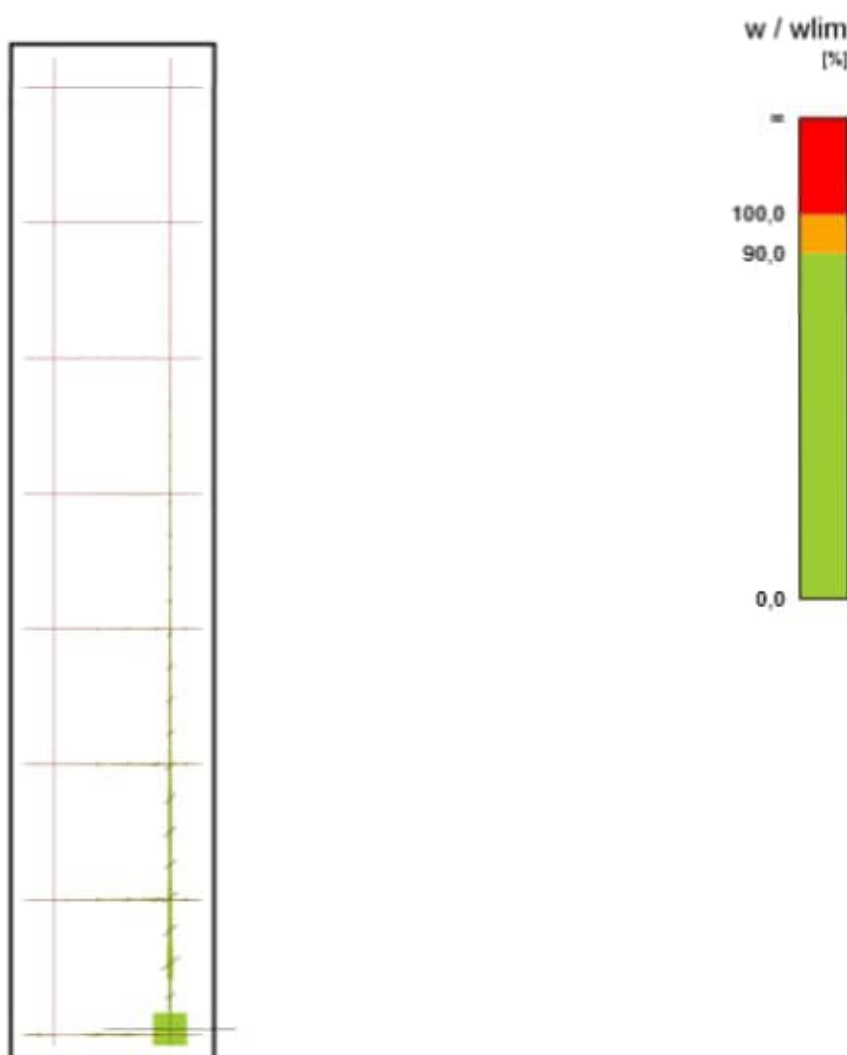


Projekt: Rekonstrukce opěrné zdi v ulici Sadová, Liberec

Číslo projektu:

Autor:

Posouzení šířky trhlin



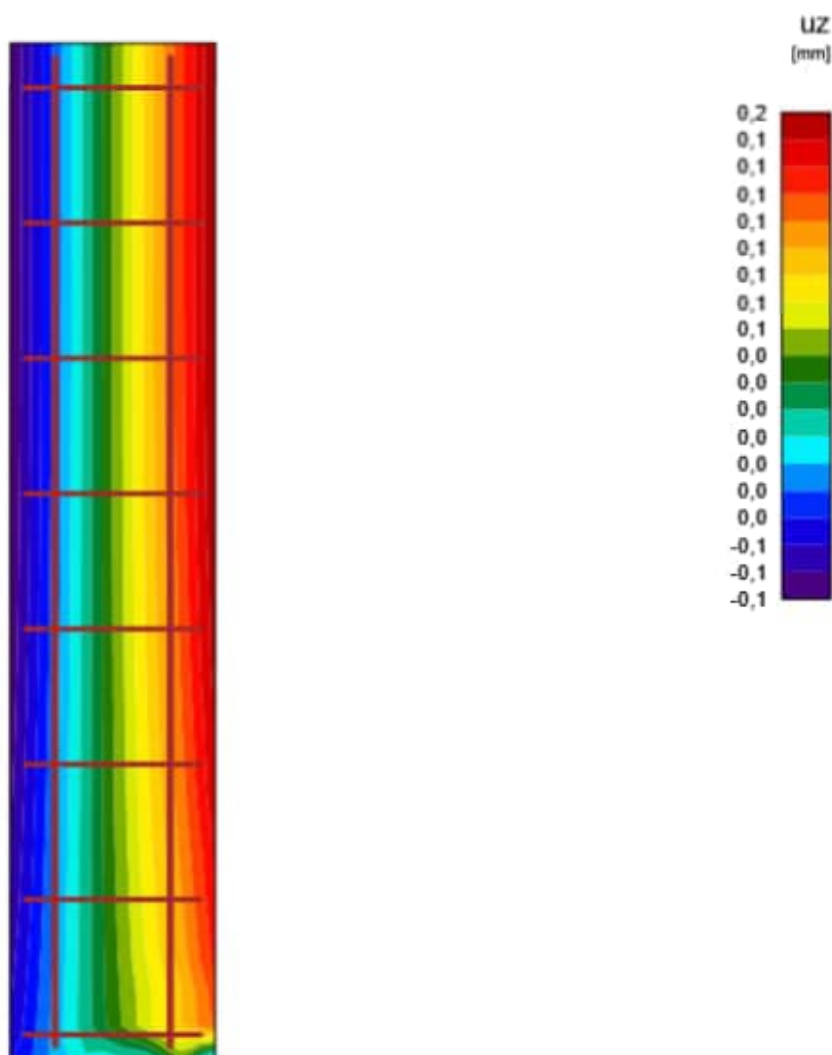
## MSP - Průhyb

Podrobné výsledky průhybů: C2, Přírůstek zatížení: G100,0%, V100,0%

Prvek	X [m]	Z [m]	$u_{z,st}$ [mm]	$u_{z,lt}$ [mm]	$\Delta u_z$ [mm]	$u_z$ [mm]	
W1	0,30	1,20	0,2	0,0	0,1	0,2	OK
W1	0,30	1,50	0,2	0,0	0,1	0,2	OK
W1	0,30	0,95	0,2	0,0	0,1	0,2	OK

Projekt: Rekonstrukce opěrné zdi v ulici Sadová, Liberec  
Číslo projektu:  
Autor:

## Průhyb



## MSP - Napětí

Podrobné výsledky napětí betonu: C3, Přírůstek zatížení: G100,0%, V100,0%

Prvek	X [m]	Z [m]	Kritický posudek	$\sigma_c$ [MPa]	$\sigma_{lim}$ [MPa]	$\sigma_c/\sigma_{lim}$ [%]	
W1	0,00	0,05	7.2(3)	-1,6	9,0	18,0	OK

Podrobné výsledky napětí výztuže: C2, Přírůstek zatížení: G100,0%, V100,0%

Výztuž	X [m]	Z [m]	Kritický posudek	$\sigma_s$ [MPa]	$\sigma_{lim}$ [MPa]	$\sigma_s/\sigma_{lim}$ [%]	
GB1	0,24	0,02	7.2(5)	219,9	400,0	55,0	OK
GB2	0,07	0,07	7.2(5)	-1,7	400,0	0,0	OK
GB3	0,06	0,04	7.2(5)	60,6	400,0	15,1	OK