

1 Rekonstrukce Lorencova

Součinitele výpočtu

Uvažovány dle normy ČSN EN 1992-1-1.

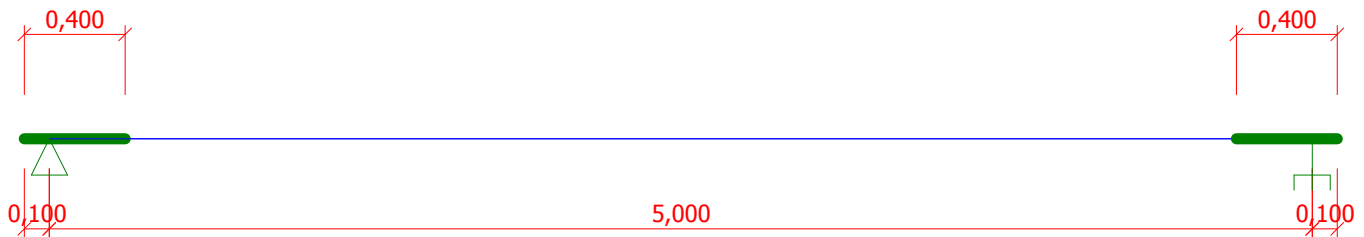
2 Dílec C

2.1 Vstupní data

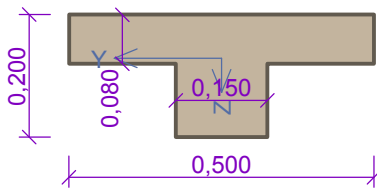
Geometrie

Délka dílce = 5,00m

x [m]	Podpora	Šířka [m]	Uložení	Odsazení [m]
0,000	kloub	0,400	přímé	0,10
5,000	vetknutí	0,400	přímé	0,10



Průřez



Materiály

Beton : C 35/45

$f_{ck} = 35,0\text{MPa}$; $f_{ct} = 3,2\text{MPa}$; $E_{cm} = 33500,0\text{MPa}$

Ocel podélná : B500

$f_{yk} = 500,0\text{MPa}$; $E = 200000,0\text{MPa}$

Ocel příčná : B500

$f_{yk} = 500,0\text{MPa}$; $E = 200000,0\text{MPa}$

Zatěžovací stavy

č.	Název	Kód	Typ	γ_f ($\gamma_{f,inf}$)*	Součinitele pro kombinace				
					ξ	Kateg.**	ψ_0	ψ_1	ψ_2
1	G1 vlastní tíha-stálé	Vlastní tíha	Stálé	1,35(0,90)	0,85	-	-	-	-
2	Q2 silové-proměnné	Silové	Proměnné	1,50	-	B	0,70	0,50	0,30

* $\gamma_{f,inf}$ pro příznivě působící stálá zatížení

** Kategorie proměnných zatížení podle tabulky A1.1 v EN 1990

Q2 SILOVÉ-PROMĚNNÉ - ZATÍŽENÍ

Typ	Souř.x [m]	Délka [m]	Vel.1	Vel.2
spojité rovnoměrné na část nosníku	0,000	5,000	4,00kN/m	-

Kombinace

2.2 Kombinace pro výpočet podle 1.řádu

Kombinace pro posouzení mezního stavu únosnosti (MSÚ)

Číslo	Název a druh kombinace
	Složení
1(a)	G1; alternativní - základní kombinace s redukcí zatížení
	$\gamma_{f,sup,1}$ *G1

Číslo	Název a druh kombinace
Složení	
1(b)	G1; alternativní - základní kombinace s redukcí zatížení $\gamma_{f,sup,1} * \xi_{,1} * G1$
2(a)	Q2:G1; alternativní - základní kombinace s redukcí zatížení $\gamma_{f,sup,1} * G1 + \gamma_{f,sup,2} * \psi_{0,2} * Q2$
2(b)	Q2:G1; alternativní - základní kombinace s redukcí zatížení $\gamma_{f,sup,1} * \xi_{,1} * G1 + \gamma_{f,sup,2} * Q2$

Vysvětlivky: varianta (a) = varianta s kombinační hodnotou hlavního proměnného zatížení
 varianta (b) = varianta s redukovanými hodnotami stálých zatížení

Kombinace pro posouzení mezního stavu použitelnosti (MSP)

Číslo	Název a druh kombinace
Složení	
1	G1; charakteristická kombinace G1
2	Q2:G1; charakteristická kombinace G1 + Q2
3	G1; kvazistálá kombinace G1
4	G1+Q2; kvazistálá kombinace G1 + $\psi_{2,2} * Q2$

Výztužení

Typ vložky	Počátek [m]	Konec [m]	Krytí [mm]	Profil [mm]	Počet
Dolní	0,000	5,000	20,0	12,0	2
Horní	4,000	5,000	20,0	12,0	2
Horní	0,000	5,000	20,0	12,0	2

Výztužení - podrobnosti

S tlačenou výztuží není počítáno.

Smyková výztuž

Úsek č.: 1, (0,00m - 5,00m)

Třmínky

Profil: 5,0 mm; Vzdálenost: 0,12 m; Střihy: 2

2.3 Výsledky - mezní stav únosnosti

Mezní stav únosnosti je posuzován pro obálku extrémních zatěžovacích případů

Ohyb

Kritický řez v bodě $x = 5,000m$

Deformace v krajních vláknech průřezu

Nejmenší deformace v betonu: -3,50 ‰
 Největší deformace v betonu: 6,54 ‰
 Nejmenší deformace ve výztuži: -2,20 ‰
 Největší deformace ve výztuži: 5,23 ‰
 Směr neutrálné osy: 180,00 °
 Výška tlačené části průřezu: $x = 0,07 m$
 Efektivní výška průřezu: $d = 0,17 m$

$\xi = 0,40 \leq \xi_{max} = 0,58 \Rightarrow$ **VYHOVUJE**

x [m]	A [mm ²]	M _{Ed} horní [kNm]	M _{Rd} horní [kNm]	M _{Ed} spodní [kNm]	M _{Rd} spodní [kNm]
0,000	452,4	0,00	-15,97	0,00	18,39
0,250	452,4	0,00	-15,97	3,35	18,39
0,300	452,4	0,00	-15,97	3,93	18,39
0,300	452,4	0,00	-15,97	3,93	18,39
0,500	452,4	0,00	-15,97	6,23	18,39
0,750	452,4	0,00	-15,97	8,62	18,39
1,000	452,4	0,00	-15,97	10,54	18,39
1,250	452,4	0,00	-15,97	11,97	18,39
1,500	452,4	0,00	-15,97	12,93	18,39
1,750	452,4	0,00	-15,97	13,41	18,39
2,000	452,4	0,00	-15,97	13,41	18,39
2,250	452,4	0,00	-15,97	12,93	18,39
2,500	452,4	0,00	-15,97	11,97	18,39
2,750	452,4	0,00	-15,97	10,54	18,39
3,000	452,4	0,00	-15,97	8,62	18,39
3,250	452,4	0,00	-15,97	6,23	18,39
3,500	452,4	0,00	-15,97	3,35	18,39
3,750	452,4	0,00	-15,97	0,00	18,39
4,000	452,4	-3,83	-15,97	0,00	18,39
4,000	678,6	-3,83	-28,66	0,00	18,51
4,250	678,6	-8,14	-28,66	0,00	18,51
4,500	678,6	-12,93	-28,66	0,00	18,51
4,700	678,6	-17,15	-28,66	0,00	18,51
4,700	678,6	-17,15	-28,66	0,00	18,51
4,750	678,6	-18,20	-28,66	0,00	18,51
4,900	678,6	-21,65	-28,66	0,00	18,51
4,900	678,6	-21,65	-28,66	0,00	18,51
5,000	678,6	-23,95	-28,66	0,00	18,51

Tlačená výztuž neuvažována; redukce momentu - ne
 Vzdálenost vložek nebyla kontrolována

Posouzení min. a max. stupně vyztužení

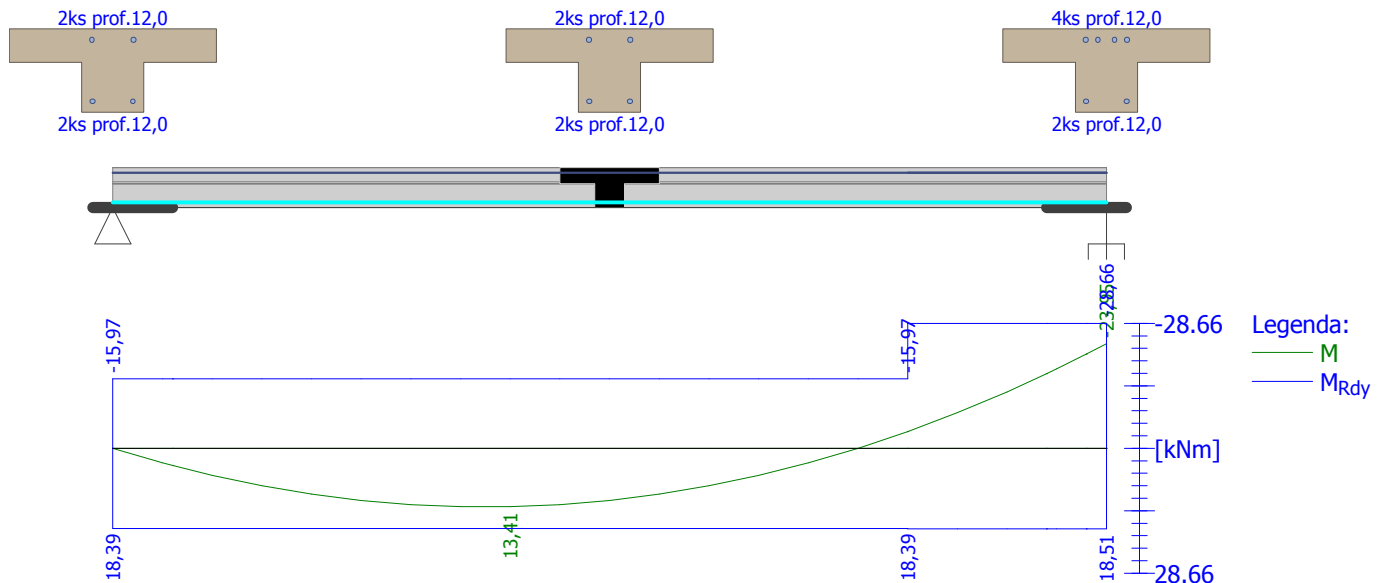
Nosník (tažená výztuž):

$$\rho_{s,\min} = 1,82 \cdot 10^{-3} \leq \rho_s = 7,80 \cdot 10^{-3} \leq \rho_{s,\max} = 0,04 \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Kritický řez v bodě x = 5,000m

$$M_{Ed} = -23,95 \text{ kNm} \leq M_{Rd} = -28,62 \text{ kNm} \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

Ohyb dílce VYHOVUJE



Smyk

Největší namáhání smykem v místě:
 Kritický řez v bodě $x = 4,700\text{m}$

Použit model náhradní příhradoviny

$$C_{Rd,c} = 0,18 / \gamma_C = 0,18 / 1,5 = 0,12$$

$$k = \min(1 + \sqrt{(200 / d)}; 2) = \min(1 + \sqrt{(200 / 174)}; 2) = 2$$

$$\rho_l = \min(A_{sl} / (b_w \times d); 0,02) = \min(452,4 / (150 \times 174); 0,02) = 0,0173$$

$$v_{min} = 0,035 \times k^{1,5} \times \sqrt{f_{ck}} = 0,035 \times 2^{1,5} \times \sqrt{35} = 0,586\text{MPa}$$

$$V_{Rdc} = \max(C_{Rd,c} \times k \times \sqrt[3]{100 \times \rho_l \times f_{ck}}; v_{min}) \times b_w \times d = \max(0,12 \times 2 \times \sqrt[3]{(100 \times 0,0173 \times 35)}; 0,586) \times 150 \times 174 = 24,61\text{kN}$$

$$v_1 = 0,6 \times (1 - f_{ck} / 250) = 0,6 \times (1 - 35 / 250) = 0,516$$

$$V_{Rdmax} = \alpha_{cw} \times b_w \times z \times v_1 \times f_{cd} \times (\cot \theta + \cot \alpha) / (1 + \cot^2 \theta) = 1 \times 150 \times 145 \times 0,516 \times 23,33 \times (2,5 + 0) / (1 + 2,5^2) = 90,31\text{kN}$$

$$V_{Rds} = A_{sw} / s \times z \times f_{yd} \times (\cot \theta + \cot \alpha) \times \sin \alpha = 39,27 / 120 \times 145 \times 434,8 \times (2,5 + 0) \times 1 = 51,58\text{kN}$$

$$V_{Rd} = \max(V_{Rdc}; \min(V_{Rdmax}; V_{Rds})) = \max(24,61; \min(90,31; 51,58)) = 51,58\text{kN}$$

$V_{Ed} \leq V_{Rdc} \Rightarrow$ Pouze konstrukční smyková výztuž.

x [m]	V_{Ed} [kN]	V_{Rdc} [kN]	V_{Rds} [kN]	V_{Rdmax} [kN]
0,000	0,00	19,54	56,66	143,83
0,250	0,00	19,54	56,66	143,83
0,300	0,00	19,54	56,66	143,83
0,300	12,07	19,54	56,66	143,83
0,500	10,54	19,54	56,66	143,83
0,750	8,62	19,54	56,66	143,83
1,000	6,71	19,54	56,66	143,83
1,250	4,79	19,54	56,66	143,83
1,500	2,87	19,54	56,66	143,83
1,750	0,96	19,54	56,66	143,83
2,000	0,96	19,54	56,66	143,83
2,250	2,87	19,54	56,66	143,83
2,500	4,79	19,54	56,66	143,83
2,750	6,71	19,54	56,66	143,83

x [m]	V _{Ed} [kN]	V _{Rdc} [kN]	V _{Rds} [kN]	V _{Rdmax} [kN]
3,000	8,62	19,54	56,66	143,83
3,250	10,54	19,54	56,66	143,83
3,500	12,45	19,54	56,66	143,83
3,750	14,37	19,54	56,66	143,83
4,000	16,29	19,54	56,66	143,83
4,000	16,29	24,61	51,57	130,90
4,250	18,20	24,61	51,57	130,90
4,500	20,12	24,61	51,57	130,90
4,700	21,65	24,61	51,57	130,90
4,700	0,00	24,61	51,57	130,90
4,750	0,00	24,61	51,57	130,90
4,900	0,00	24,61	51,57	130,90
4,900	0,00	24,61	51,57	130,90
5,000	0,00	24,61	51,57	130,90

Typ prvku : trám
 Kritický řez v bodě x = 4,700m

Stupeň vyztužení smykovou výztuží

$$\rho_{w,\min} = 947 \cdot 10^{-6} \leq \rho_w = 2,18 \cdot 10^{-3} \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

$$\text{Maximální vzdálenost třmínků } s_{l,\max} = 0,13 \text{ m} \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

$$\text{Maximální vzdálenost větvi třmínků } s_{t,\max} = 0,13 \text{ m}$$

$$V_{Ed} = 21,65 \text{ kN} \leq V_{Rd} = 51,58 \text{ kN} \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

Smyk dílce VYHOVUJE

Kotvení

Koncová úprava vložek - Přímý prut

Typ	ks	profil [mm]	l _{bd} [m]	Úč. délka [m]	Celk. délka [m]
Dolní	2	12,0	0,339	5,000	5,678
Horní	2	12,0	0,339	1,000	1,678
Horní	2	12,0	0,339	5,000	5,678



-0,339m 5,339m
 Typ 1; 2ks B500 prof. 12,0; dl. 5,678m; krytí 20,0mm - dolní

3,661m 5,339m
 Typ 2; 2ks B500 prof. 12,0; dl. 1,678m; krytí 20,0mm - horní

-0,339m 5,339m
 Typ 3; 2ks B500 prof. 12,0; dl. 5,678m; krytí 20,0mm - horní

Mezní stav únosnosti (ohyb, smyk) VYHOVUJE

2.4 Výsledky - mezní stav použitelnosti

Mezní stav použitelnosti je posuzován pro obálku provozních zatěžovacích případů

Trhliny

Mezní stav použitelnosti (šířka trhlin) je posuzován pro všechny kvazistálé zatěžovací případy

x [m]	M _{Es} [kNm]	M _r [kNm]	Δε [-]	s _{rmax} [m]	A _{ceff} [m ²]	σ _s [MPa]	w hor. [mm]	w dol. [mm]
0,000	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0,0	0,000	0,000
0,250	1,16	0,00	0	0,00	0,00	0,0	0,000	0,000
0,300	1,36	0,00	0	0,00	0,00	0,0	0,000	0,000
0,300	1,36	0,00	0	0,00	0,00	0,0	0,000	0,000
0,500	2,15	0,00	0	0,00	0,00	0,0	0,000	0,000
0,750	2,98	0,00	0	0,00	0,00	0,0	0,000	0,000
1,000	3,64	0,00	0	0,00	0,00	0,0	0,000	0,000
1,250	4,14	0,00	0	0,00	0,00	0,0	0,000	0,000
1,500	4,47	0,00	0	0,00	0,00	0,0	0,000	0,000
1,750	4,64	5,63	224.10 ⁻⁶	0,11	0,01	74,7	0,000	0,024
2,000	4,64	5,63	224.10 ⁻⁶	0,11	0,01	74,7	0,000	0,024
2,250	4,47	0,00	0	0,00	0,00	0,0	0,000	0,000
2,500	4,14	0,00	0	0,00	0,00	0,0	0,000	0,000
2,750	3,64	0,00	0	0,00	0,00	0,0	0,000	0,000
3,000	2,98	0,00	0	0,00	0,00	0,0	0,000	0,000
3,250	2,15	0,00	0	0,00	0,00	0,0	0,000	0,000
3,500	1,16	0,00	0	0,00	0,00	0,0	0,000	0,000
3,750	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0,0	0,000	0,000
4,000	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0,0	0,000	0,000
4,000	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0,0	0,000	0,000
4,250	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0,0	0,000	0,000
4,500	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0,0	0,000	0,000
4,700	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0,0	0,000	0,000
4,700	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0,0	0,000	0,000
4,750	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0,0	0,000	0,000
4,900	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0,0	0,000	0,000
4,900	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0,0	0,000	0,000
5,000	-8,28	-10,24	428.10 ⁻⁶	0,19	0,02	142,5	0,080	0,000

Výpočet nejširší trhliny:

$$\rho_{p,eff} = A_s / A_{c,eff} = 452 \cdot 10^{-6} / 0,0241 = 0,0188$$

$$\varepsilon_s - \varepsilon_{cm} = \max(0,6 \times \sigma_s / E_s; \sigma_s / E_s - k_t \times f_{ctm} \times [1 / (\rho_{p,eff} \times E_s) + 1 / E_{cm}]) = \max(0,6 \times 142,5 / 200 \cdot 10^3; 142,5 / 200 \cdot 10^3 - 0,4 \times 3,2 \times [1 / (0,0188 \times 200 \cdot 10^3) + 1 / 34 \cdot 000]) = 428 \cdot 10^{-6}$$

$$s_{r,max} = 1,3 \times (h - x) = 1,3 \times (200 - 55,43) = 187,9 \text{ mm}$$

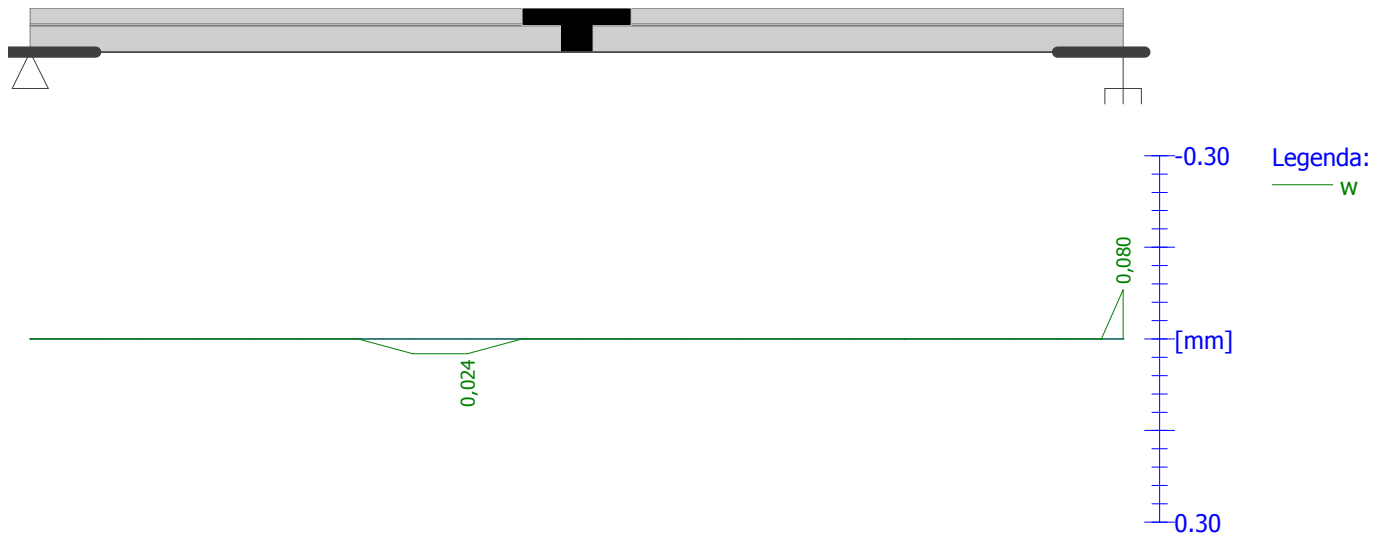
$$w = \varepsilon_s - \varepsilon_{cm} \times s_{r,max} = 428 \cdot 10^{-6} \times 187,9 = 0,0804 \text{ mm}$$

Prostředí - XC2, XC3, XC4, XD1, XD2, XS1, XS2 nebo XS3

Maximální velikost trhlin: $w_k = 0,080 \text{ mm}$

Maximální povolená šířka trhliny: $w_{max} = 0,300 \text{ mm}$

Šířka trhlin VYHOVUJE



Průhyb

Mezní stav použitelnosti (omezení průhybu) je posuzován pro všechny kvazistálé, charakteristické zatěžovací případy

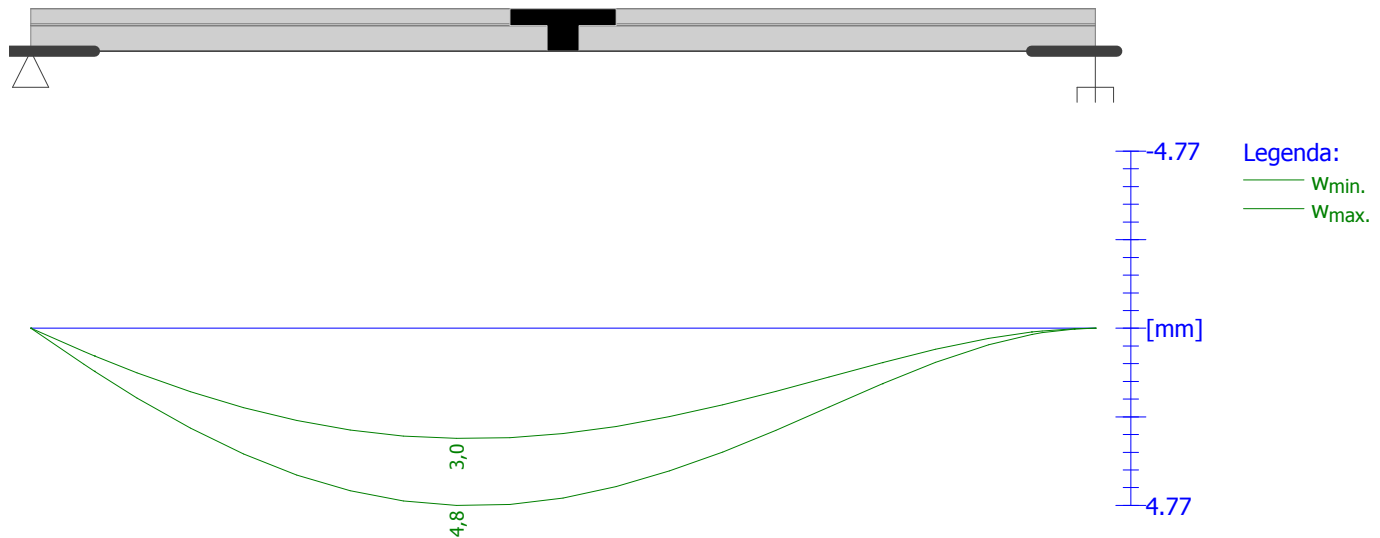
VÝPOČET PŘETVOŘENÍ PRUTU - OBÁLKA KOMBINACÍ:		
x [m]	Wmin [mm]	Wmax [mm]
0,000	0,0	0,0
0,250	-1,0	-0,6
0,300	-1,2	-0,7
0,300	-1,2	-0,7
0,500	-1,9	-1,2
0,750	-2,7	-1,7
1,000	-3,4	-2,1
1,250	-4,0	-2,5
1,500	-4,4	-2,7
1,750	-4,7	-2,9
2,000	-4,8	-3,0
2,250	-4,7	-2,9
2,500	-4,6	-2,8
2,750	-4,3	-2,6
3,000	-3,8	-2,4
3,250	-3,3	-2,1
3,500	-2,7	-1,7
3,750	-2,1	-1,3
4,000	-1,5	-0,9
4,000	-1,5	-0,9
4,250	-0,9	-0,6
4,500	-0,4	-0,3
4,700	-0,2	-0,1
4,700	-0,2	-0,1
4,750	-0,1	-0,1
4,900	0,0	0,0
4,900	0,0	0,0
5,000	0,0	0,0

Počátek přetvoření: $t_s = 7$ [dny]

 Konec přetvoření: $t = 29200$ [dny]

 Maximální deformace prutu od kvazistálých kombinací je 4,8mm v bodě $x = 2,000$ m

Maximální povolená deformace prutu od kvazistálých kombinací je 20,0mm

Průhyb dílce VYHOVUJE

Napětí

Mezní stav použitelnosti (omezení napětí) je posuzován pro všechny charakteristické zatěžovací případy

VÝPOČET NAPĚTÍ NA PRUTU - OBÁLKA NAPĚTÍ:						
x [m]	M_{Es} horní [kNm]	M_{Es} dolní [kNm]	σ_c horní [MPa]	σ_c dolní [MPa]	σ_s horní [MPa]	σ_s dolní [MPa]
0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,250	0,00	2,38	0,00	0,95	0,00	7,90
0,300	0,00	2,79	0,00	1,11	0,00	9,25
0,300	0,00	2,79	0,00	1,11	0,00	9,25
0,500	0,00	4,43	0,00	1,76	0,00	14,67
0,750	0,00	6,13	0,00	2,44	0,00	20,31
1,000	0,00	7,49	0,00	2,99	0,00	24,82
1,250	0,00	8,52	0,00	3,39	0,00	28,21
1,500	0,00	9,20	0,00	3,66	0,00	30,47
1,750	0,00	9,54	0,00	3,80	0,00	31,59
2,000	0,00	9,54	0,00	3,80	0,00	31,59
2,250	0,00	9,20	0,00	3,66	0,00	30,47
2,500	0,00	8,52	0,00	3,39	0,00	28,21
2,750	0,00	7,49	0,00	2,99	0,00	24,82
3,000	0,00	6,13	0,00	2,44	0,00	20,31
3,250	0,00	4,43	0,00	1,76	0,00	14,67
3,500	0,00	2,38	0,00	0,95	0,00	7,90
3,750	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4,000	-2,72	0,00	1,93	0,00	4,08	0,00
4,000	-2,72	0,00	1,91	0,00	3,96	0,00
4,250	-5,79	0,00	4,07	0,00	8,41	0,00
4,500	-9,20	0,00	6,46	0,00	13,36	0,00
4,700	-12,19	0,00	8,57	0,00	17,72	0,00
4,700	-12,19	0,00	8,57	0,00	17,72	0,00

VÝPOČET NAPĚTÍ NA PRUTU - OBÁLKA NAPĚTÍ:

x [m]	M _{Es horní} [kNm]	M _{Es dolní} [kNm]	σ _{c horní} [MPa]	σ _{c dolní} [MPa]	σ _{s horní} [MPa]	σ _{s dolní} [MPa]
4,750	-12,94	0,00	9,09	0,00	18,81	0,00
4,900	-15,40	0,00	10,82	0,00	22,37	0,00
4,900	-15,40	0,00	10,82	0,00	22,37	0,00
5,000	-17,03	0,00	11,96	0,00	24,75	0,00

Největší tlakové napětí v betonu:

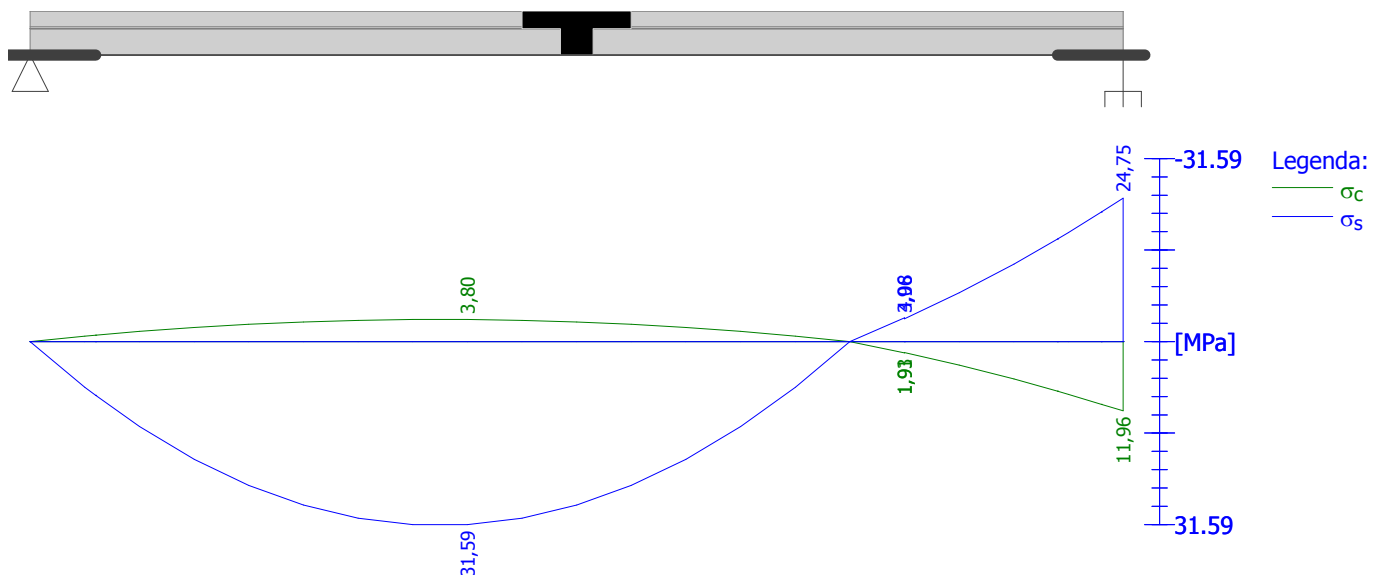
$\sigma_c = 12,0\text{MPa} < k_1 \cdot f_{ck} = 21,0\text{MPa} \Rightarrow$ Splněna hodnota pro prostředí XD, XF, XS

$\sigma_c = 12,0\text{MPa} < k_2 \cdot f_{ck} = 15,8\text{MPa} \Rightarrow$ Lineární dotvarování

Největší tahové napětí ve výztuži:

$\sigma_s = 31,6\text{MPa} < k_3 \cdot f_{yk} = 400,0\text{MPa} \Rightarrow$ Nepřijatelné trhliny ani deformace nevzniknou

Napětí na dílci VYHOVUJE



Mezní stav použitelnosti VYHOVUJE