



Jiná ověření:

Paré:


Orientační schéma:


Razítko oprávněné osoby:

Podpis:

Datum:

Revize:	Datum:	Popis:	Kontroloval:
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
000	30.11.2022	Dokumentace pro územní řízení k čístopisu	Ing. Martin Plšek

Stavebník/Investor:	Správa železnic, státní organizace		SPRÁVA ŽELEZNIC
Adresa:	Dlážděná 1003/7, 110 00 Praha 1		
Zástupce investora:	Stavební správa západ		
Adresa:	Sokolovská 1995/278, 190 00 Praha 9		

Zhotovitel díla:	PROJEKT servis spol. s r.o.		PROJEKT servis
Adresa:	U Elektry 830/2b, 198 00 Praha 9		
Kontakt:	T: +420 281 090 860 E: firma@projekt-servis.cz		
Zhotovitel objektu:	DIPONT s.r.o.		dipont
Adresa:	Libouchec č.p. 505, 403 35 Libouchec		
Kontakt:	T: +420 475 201 640 E: dipont@dipont.cz		
Hlavní projektant (HIP):	Ing. Martin Koudelka	Specialista:	Ing. Martin Plšek

Název stavby/akce:	Rekonstrukce žst. Turnov	Označení investora:	S631700077
		Označení zhotovitele:	ZAK-2021-13
Název části:	Mosty, propustky a zdi	Označení části:	D.2.1.4
Název objektu/dílní části:	Most v km 123,980 (Podchod)	Označení objektu/komplexu:	SO 11-20-04
Název přílohy:	Statický výpočet	Číslo přílohy:	3. 001
Název dílní části přílohy:	-		
Odpovědný projektant:	Zpracovatel přílohy:	Měřítka:	-
Ing. Martin Plšek	Ing. Marie Peterková	Formáty:	-
Kraj:	Katastrální území:	TUDU:	
Liberecký	Turnov [771601]	1051	
			Smluvní datum zpracování: 30.11.2022

Označení investora:										Stupeň dokumentace:				Část:				Objekt:				Podoblast:				Příloha:				Revize:					
S	6	3	1	7	0	0	0	7	7	D	U	R	X	D	2	1	0	4	S	0	1	1	2	0	0	4	X	X	3	0	0	1	0	0	0

[Prostor pro další informace]

1 Identifikačné údaje

Stavba: Rekonstrukce žst. Turnov

Objekt: Podchod pro pěší v km 123,980

Katastrální území: Turnov [577626]

Kraj: Liberecký

Stavebník/investor: Správa železnic, státní organizace
Dlážděná 1003/7
110 00 Praha 1



Stávající vlastník objektu: není - jedná se o novostavbu

Nový vlastník objektu: SŽ

Správce mostního objektu: Správa železnic, státní organizace
Oblastní ředitelství Hradec Králové
U Fotochemy 259
501 01 Hradec Králové



Projekt stavby: PROJEKT servis spol. s.r.o.
U Elektry 830/2b
198 00 Praha 9 - Hloubětín



Hlavní inženýr projektu: Bc. Michal Munzar

PS

Odpovědný projektant objektu: Ing. Martin Plšek

DIPONT

Zpracovatel: Ing. Matej Potančok

PS

2 Základní údaje o mostním objektu

Evidenční km:	123,980
Stavební km:	123,980
Bod křížení:	
Uhel křížení:	90°

Situování mostního objektu v terénu:

Mostní objekt je situován v žst. Turnov

Železniční trať:

traťový a definiční úsek:	1051F1 - žst. Turnov
staničení nové:	123,980
počet kolejí na mostě:	6
železniční svršek na mostě:	49 E1 na betonových pražcích s pružným bezpodkladnicovým uoeyněním
poloha:	žst. Turnov
směrové poměry:	přímá
převýšení:	0
sklonové poměry:	-
traťová rychlost:	50 - 70 km/h
trakce:	

Přemostovaná překážka:

počet otvorů:	1
mostní otvor č. 1:	
světlá šířka:	5,5 m
rozpětí:	5,9 m
světlá výška:	2,9 m
sklonové poměry:	0,30%

Volný mostní průřez:**Posouzení přechodnosti:****Prostorové uspořádání na mostě:**

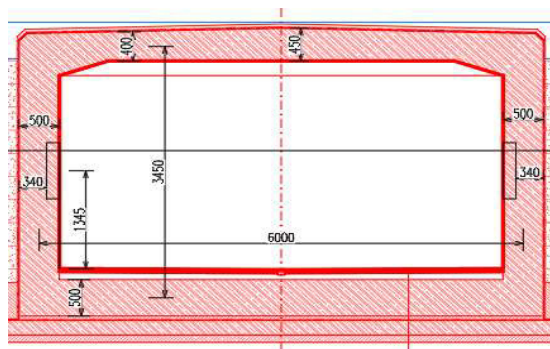
Výpočet zatížení - stálé zatížení

Dílčí součinitel zatížení			trvalá	mimořádná
Stále	nepříznivé	$\gamma_{G,sup}$	1,35	1,00
	příznivé	$\gamma_{G,sinf}$	1,00	1,00
Proměnné	zat žel dopravou nepříznivé	$\gamma_{Q,sup}$	1,45	1,00
	LM71, SW/0, nezat vlak příznivé	$\gamma_{Q,sinf}$	1,00	1,00
	zat žel dopravou nepříznivé	$\gamma_{Q,sup}$	1,45	1,00
	SW/2 příznivé	$\gamma_{Q,sinf}$	1,00	1,00
	ostatní nepříznivé	$\gamma_{Q,sup}$	1,50	1,00
	příznivé	$\gamma_{Q,sinf}$	1,00	1,00
Mimořádná		γ_A	1,00	1,00

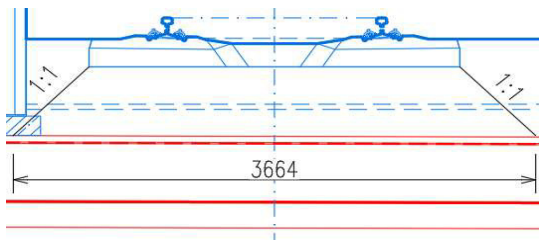
Svislá zatížení

Vlastní tíha ŽB desky:

počítá SCIA Engineer



Betonové pražce, kolejnice s upevňovací:



Přítížení kolejovým roštem

pražce
upevnění

$g_{1sk,1}$	5	kN/m
$g_{1sk,2}$	1,2	kN/m
$g_{1sk} =$	6,2	kN/m

roznášecí šířka:

 $b_{ef} =$ **3,664** m

Charakteristické hodnoty

 γ_G

Návrhové hodnoty

 $6,2 / 3,664 =$ $g_{bpu,k} =$ 1,69 kN/m²

1,35

 $g_{bpu,d,max} =$ 2,28 kN/m²

1,00

 $g_{bpu,d,min} =$ 1,69 kN/m²

Kolejové lože:

Objemová tíha kolejového lože

 $\gamma_{kl} =$ 20 kN/m³

Maximální výška kolejového lože

 $h_{kl} =$ **1,08** m

Charakteristické hodnoty

 γ_G

Návrhové hodnoty

 $20 \cdot 1,0805 =$ $g_{kl,k} =$ 21,61 kN/m²

1,35

 $g_{kl,d,max} =$ 29,17 kN/m²

1,00

 $g_{kl,d,min} =$ 21,61 kN/m²

Ochrana izolace:

Objemová tíha ochrany izolace	$\gamma_{o,izo} =$	23	kN/m^3
Průměrná výška ochrany izolace	$h_{o,izo} =$	0,05	m
Charakteristické hodnoty	γ_G	Návrhové hodnoty	
$23 \cdot 0,05 =$	$g_{o,izo,k} =$	1,15	kN/m^2
		1,35	$g_{o,izo,d,max} = 1,55 \text{ kN/m}^2$
		1,00	$g_{o,izo,d,min} = 1,15 \text{ kN/m}^2$

Izolace:

Objemová tíha izolace	$\gamma_{izo} =$	20	kN/m^3
Průměrná výška izolace	$h_{izo} =$	0,01	m
Charakteristické hodnoty	γ_G	Návrhové hodnoty	
$20 \cdot 0,01 =$	$g_{izo,k} =$	0,2	kN/m^2
		1,35	$g_{izo,d,max} = 0,27 \text{ kN/m}^2$
		1,00	$g_{izo,d,min} = 0,2 \text{ kN/m}^2$

Celkem zatížení stálé:

rozptýl. tíhy izolace a ochranné vrstvy izolace	+/-	0	%
rozptýl. tíhy štěrkového lože	+/-	10	%

Nad kolejí:

horní charakteristické hodnoty

$$g_{Gk,sup} = g_{ZBd,k} + g_{bpu,k} + 1,1 \cdot g_{kl,k} + 1,0 \cdot (g_{o,izo,k} + g_{izo,k}) =$$

$$= +1,69 + 1,1 \cdot 21,61 + 1,0 \cdot (1,15 + 0,2) = 26,81 \text{ kN/m}^2$$

dolní charakteristické hodnoty

$$g_{Gk,inf} = g_{ZBd,k} + g_{bpu,k} + 0,9 \cdot g_{kl,k} + 1,0 \cdot (g_{o,izo,k} + g_{izo,k}) =$$

$$= +1,69 + 0,9 \cdot 21,61 + 1,0 \cdot (1,15 + 0,2) = 22,49 \text{ kN/m}^2$$

horní návrhové hodnoty

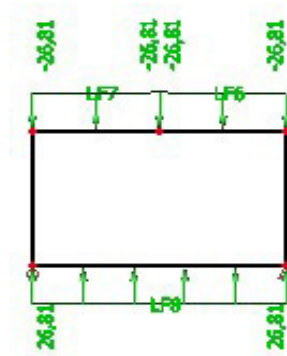
$$g_{Gd,sup} = g_{ZBd,d,max} + g_{bpu,d,max} + 1,1 \cdot g_{kl,d,max} + 1,0 \cdot (g_{o,izo,d,max} + g_{izo,d,max}) =$$

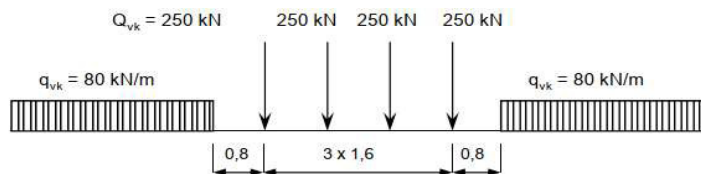
$$= +2,28 + 1,1 \cdot 29,17 + 1,0 \cdot (1,55 + 0,27) = 36,19 \text{ kN/m}^2$$

dolní návrhové hodnoty

$$g_{Gd,inf} = g_{ZBd,d,min} + g_{bpu,d,min} + 0,9 \cdot g_{kl,d,min} + 1,0 \cdot (g_{o,izo,d,min} + g_{izo,d,min}) =$$

$$= +1,69 + 0,9 \cdot 21,61 + 1,0 \cdot (1,15 + 0,2) = 22,49 \text{ kN/m}^2$$



Zatížení dopravou**LM71**

$$\xi_{roz} = b_{ef} = \mathbf{3,664} \text{ m}$$

$$q_{vk} = \mathbf{80} \text{ kN/m}$$

$$Q_{vk} = \mathbf{250} \text{ kN} = 156,25 \text{ kN/m} = 42,64 \text{ kN/m}^2$$

Vplyv nerovnomerného zatížení na jednotlivé kolejové pásy

$$e = r/18 = 1,5/18 = 0,083 \text{ m}$$

$$\Delta Q_{vk} = 6 \cdot Q_{vk} \cdot e / b_{ef} = 6 \cdot 42,64 \cdot 0,083 / 3,664 = 5,8 \text{ kN/m}^2$$

$$Q_{vk+} = Q_{vk} + \Delta Q_{vk} = 42,64 + 5,8 = \mathbf{48,44} \text{ kN/m}^2$$

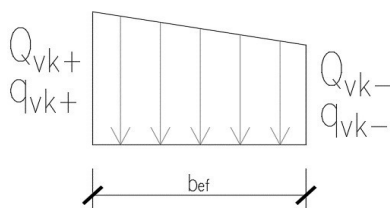
$$Q_{vk-} = Q_{vk} - \Delta Q_{vk} = 42,64 - 5,8 = 36,84 \text{ kN/m}^2$$

$$\Delta q_{vk} = 6 \cdot q_{vk} \cdot e / b_{ef} = 6 \cdot 21,83 \cdot 0,083 / 3,664 = 2,97 \text{ kN/m}^2$$

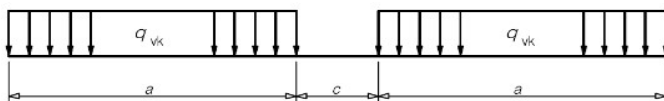
$$q_{vk+} = q_{vk} + \Delta q_{vk} = 21,83 + 2,97 = \mathbf{24,8} \text{ kN/m}^2$$

$$q_{vk-} = q_{vk} - \Delta q_{vk} = 21,83 - 2,97 = 18,86 \text{ kN/m}^2$$

Schéma rozložení svislého zatížení:



SW/0 a SW/2



Load model	q_{vk} [kN/m]	a [m]	c [m]
SW/0	133	15,0	5,3
SW/2	150	25,0	7,0

SW/0

$$\check{s}_{roz} = 3,664 \text{ m}$$

$$q_{vk} = 133 \text{ kN/m} = 36,3 \text{ kN/m}^2$$

Vplyv nerovnomerného zatížení na jednotlivé kolejové pásy

$$e = r/18 = 1,5/18 = 0,083 \text{ m}$$

$$\Delta q_{vk} = 6 \cdot q_{vk} \cdot e / b_{ef} = 6 \cdot 36,3 \cdot 0,083 / 3,664 = 4,93 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{vk+} = q_{vk} + \Delta q_{vk} = 36,3 + 4,93 = 41,23 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{vk-} = q_{vk} - \Delta q_{vk} = 36,3 - 4,93 = 31,37 \text{ kN/m}^2$$

SW/2

$$\check{s}_{roz} = 3,664 \text{ m}$$

$$q_{vk} = 150 \text{ kN/m} = 40,94 \text{ kN/m}^2$$

Vplyv nerovnomerného zatížení na jednotlivé kolejové pásy

$$e = r/18 = 1,5/18 = 0,083 \text{ m}$$

$$\Delta q_{vk} = 6 \cdot q_{vk} \cdot e / b_{ef} = 6 \cdot 40,94 \cdot 0,083 / 3,664 = 5,56 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{vk+} = q_{vk} + \Delta q_{vk} = 40,94 + 5,56 = 46,5 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{vk-} = q_{vk} - \Delta q_{vk} = 40,94 - 5,56 = 35,38 \text{ kN/m}^2$$

Dynamický součinitel - platí pro zatěžovací modely LM71, SW/0, SW/2

$$\text{výška} \quad h = 3,44 \text{ m}$$

$$\text{rozpětí} \quad l = 6 \text{ m}$$

Náhradní délka:

$$L\phi = 1,3 / 3 \cdot (h + l + h) = 1,3 / 3 \cdot (3,44 + 6 + 3,44) = 5,581 \text{ m}$$

$$L\phi = \min(L\phi ; l) = \min(5,581 ; 6) = 5,581 \text{ m}$$

Standartně udržovaná kolej:

$$\phi_3 = 2,16 / (L\phi^{0,5} - 0,2) + 0,73 = 2,16 / (1,67^{0,5} - 0,2) + 0,73 = 1,729 \text{ -}$$

$$1,00 \leq \phi_3 \leq 2$$

$$1,00 \leq 1,729 \leq 2$$

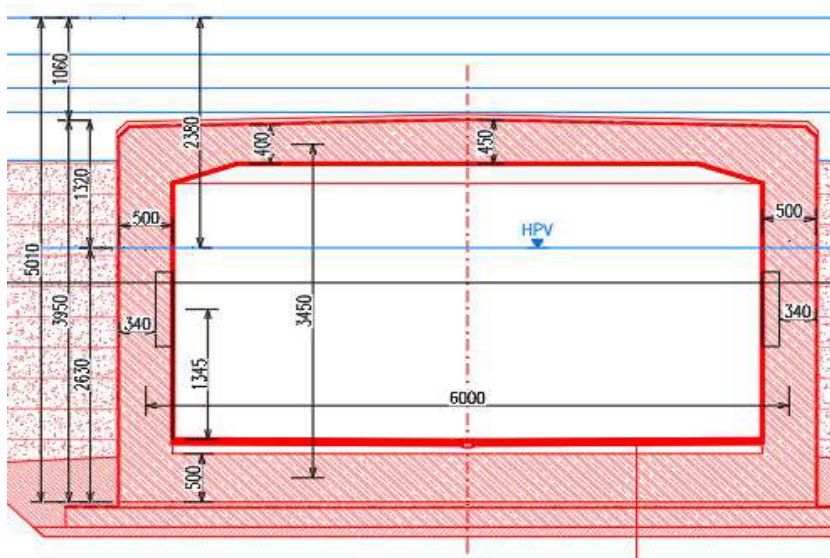
$$\phi_3 = 1,73 \text{ -}$$

Zatížení zemním tlakem**Zemina za rubem**

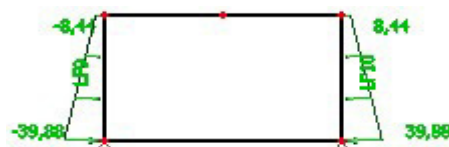
Písek dobře zrnný

 $E_{def} = 95$ MPa $\varphi_{ef} = 37$ ° $\gamma = 20$ kN/m³ $\nu = 0,28$ $\gamma_G = 1,35$ - $\gamma_Q = 1,5$ - $\gamma_{sat} = 22$ kN/m³ $\gamma_w = 10$ kN/m³ $\gamma_{su} = 12$ kN/m³

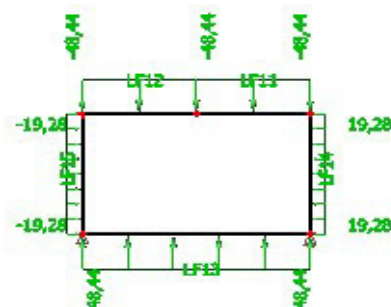
Výška presypávky za rubem:

 $z_{hor} = 1,06$ m $z_{HPV} = 2,38$ m $z_{dol} = 5,01$ m $K_0 = (1 - \sin\varphi) = (1 - \sin 37) = 0,398$ $K_0 = \nu / (1 - \nu) = 0,28 / (1 - 0,28) = 0,389$

Zatížení zasypem:

 $g_{zas,hor,k} = z_{hor} \cdot \gamma \cdot K_{0,max} = 1,06 \cdot 20 \cdot 0,398 = 8,44$ kN/m² $g_{zas,HPV,k} = z_{HPV} \cdot \gamma \cdot K_{0,max} = 2,38 \cdot 20 \cdot 0,398 = 18,94$ kN/m² $g_{zas,dol,k} = z_{dol} \cdot \gamma \cdot K_{0,max} = 5,01 \cdot 20 \cdot 0,398 = 39,88$ kN/m²**Zemina za rubem včetně možnosti výskytu podzemní vody**

uvažovaná HPV ve výšce 2/3 výšky podchodu dle obrázku

 $g_{zas,dol,voda} = z_{HPV} \cdot \gamma \cdot K_{0,max} + (z_{dol} - z_{HPV}) \cdot \gamma_{su} \cdot K_{0,max} = 2,38 \cdot 20 \cdot 0,398 + 2,63 \cdot 12 \cdot 0,398 = 31,51$ kN/m² $g_{voda,dol} = (z_{dol} - z_{HPV}) \cdot \gamma_w = 2,63 \cdot 10 = 26,3$ kN/m² $g_{tot,dol} = g_{zas,dol,voda} + g_{voda,dol} = 57,81$ kN/m²**Přítížení za rubem - doprava** $q_{vk,max} = 48,44$ kN/m² $K_0 = (1 - \sin\varphi) = (1 - \sin 37) = 0,398$ $K_0 = \nu / (1 - \nu) = 0,28 / (1 - 0,28) = 0,389$ - $q_{zas,dop,k} = q_{vk} \cdot K_{0,max} = 48,44 \cdot 0,398 = 19,28$ kN/m²

Kombinace zatížení**Stanovení sestav**

		Svislé síly	Rozjezd / Brzdění	Odstředivá síla	Boční ráz
LM71 SW/0 HSLM	gr11-	1	1	0,5	0,5
	gr11+	1	0	0	0
	gr12-	1	0,5	1	1
	gr12+	1	0	0	0
	gr13-	1	1	0,5	0,5
	gr13+	0,5	1	0	0
	gr14-	1	0,5	1	1
	gr14+	0,5	0	1	1
SW/2	gr16-	1	1	0,5	0,5
	gh16+	1	0	0	0
	gr17-	1	0,5	1	1
	gh17+	1	0	0	0

Součinitele zatížení

	Stálé zat.	LM 71	Rozj./Brzd.	Odstr. Síla	Boční ráz	Teplota	Stav. Zat.
$\gamma_G / \gamma_{Q \text{ sup}}$	1,35	1,45	1,45	1,45	1,45	1,5	1,5
$\gamma_G / \gamma_{Q \text{ inf}}$	1	1	1	1	1	1	1
\emptyset	-	1,73	1	1	1	-	-
α	-	1,21	1,21	1,21	1,21	-	-
ψ_0	-	0,8	0,8	0,8	1	0,6	1
ψ_1	-	0,8	0,8	0,8	0,8	0,6	-
ψ_2	-	1	1	1	1	0,5	1

MSU - sup (6.10)	Stále	Svislé síly	Rozjezd / Brzdění	Odstředivá síla	Boční ráz	Teplota	Stav. Zat.
MSU _{sup1}	1,35	3,03	1,40	0,70	0,88	0,90	1,50
MSU _{sup2}	1,35	2,43	1,75	0,70	0,88	0,90	1,50
MSU _{sup3}	1,35	2,43	1,40	0,88	0,88	0,90	1,50
MSU _{sup4}	1,35	2,43	1,40	0,70	0,88	0,90	1,50
MSU _{sup5}	1,35	2,43	1,40	0,70	0,88	1,50	1,50
MSU _{sup6}	1,35	2,43	1,40	0,70	0,88	0,90	1,50
MSU _{sup7}	1,35	3,03	0,70	1,40	1,75	0,90	1,50
MSU _{sup8}	1,35	2,43	0,88	1,40	1,75	0,90	1,50
MSU _{sup9}	1,35	2,43	0,70	1,75	1,75	0,90	1,50
MSU _{sup10}	1,35	2,43	0,70	1,40	1,75	0,90	1,50
MSU _{sup11}	1,35	2,43	0,70	1,40	1,75	1,50	1,50
MSU _{sup12}	1,35	2,43	0,70	1,40	1,75	0,90	1,50

LM71	Stále	Svislé síly	Rozjezd / Brzdění	Odstředivá síla	Boční ráz	Teplota	Stav. Zat.
LM71-1	-	3,03	1,75	0,88	0,88	-	-
LM71-2	-	3,03	0,88	1,75	1,75	-	-
LM71-3	-	3,03	0,00	0,00	0,00	-	-
LM71-4	-	1,52	1,75	0,00	0,00	-	-
LM71-5	-	1,52	0,00	1,75	1,75	-	-

MSU - inf (6.10)	Stále	Svislé síly	Rozjezd / Brzdení	Odstředivá síla	Boční ráz	Teplota	Stav. Zat.
MSUinf1	1,00	2,09	0,00	0,00	0,00	0,60	1,00
MSUinf2	1,00	1,67	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00
MSUinf3	1,00	1,67	0,00	0,00	0,00	0,60	1,00
MSUinf4	1,00	1,05	0,97	0,00	0,00	0,60	1,00
MSUinf5	1,00	0,84	1,21	0,00	0,00	0,60	1,00
MSUinf6	1,00	0,84	0,97	0,00	0,00	1,00	1,00
MSUinf7	1,00	0,84	0,97	0,00	0,00	0,60	1,00
MSUinf8	1,00	1,05	0,00	0,97	1,21	0,60	1,00
MSUinf9	1,00	0,84	0,00	1,21	1,21	0,60	1,00
MSUinf10	1,00	0,84	0,00	0,97	1,21	0,60	1,00
MSUinf11	1,00	0,84	0,00	0,97	1,21	1,00	1,00
MSUinf12	1,00	0,84	0,00	0,97	1,21	0,60	1,00

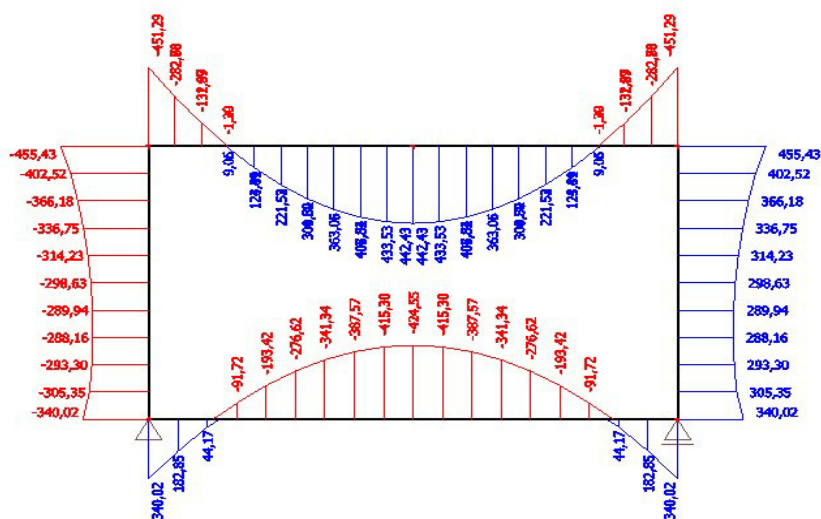
MSP - Charaktersitické (6.14b)	Stále	Svislé síly	Rozjezd / Brzdení	Odstředivá síla	Boční ráz	Teplota	Stav. Zat.
MSPch1	1,00	2,09	0,97	0,48	0,61	0,60	1,00
MSPch2	1,00	1,67	1,21	0,48	0,61	0,60	1,00
MSPch3	1,00	1,67	0,97	0,61	0,61	0,60	1,00
MSPch4	1,00	1,67	0,97	0,48	0,61	0,60	1,00
MSPch5	1,00	1,67	0,97	0,48	0,61	1,00	1,00
MSPch6	1,00	1,67	0,97	0,48	0,61	0,60	1,00
MSPch7	1,00	2,09	0,48	0,97	1,21	0,60	1,00
MSPch8	1,00	1,67	0,61	0,97	1,21	0,60	1,00
MSPch9	1,00	1,67	0,48	1,21	1,21	0,60	1,00
MSPch10	1,00	1,67	0,48	0,97	1,21	0,60	1,00
MSPch11	1,00	1,67	0,48	0,97	1,21	1,00	1,00
MSPch12	1,00	1,67	0,48	0,97	1,21	0,60	1,00

MSP - Časté (6.15b)	Stále	Svislé síly	Rozjezd / Brzdení	Odstředivá síla	Boční ráz	Teplota	Stav. Zat.
MSPč1	1,00	1,67	1,21	0,61	0,61	0,50	1,00
MSPč2	1,00	2,09	0,97	0,61	0,61	0,50	1,00
MSPč3	1,00	2,09	1,21	0,48	0,61	0,50	1,00
MSPč4	1,00	2,09	1,21	0,61	0,48	0,50	1,00
MSPč5	1,00	2,09	1,21	0,61	0,61	0,60	1,00
MSPč6	1,00	2,09	1,21	0,61	0,61	0,50	-
MSPč7	1,00	1,67	0,61	1,21	1,21	0,50	1,00
MSPč8	1,00	2,09	0,48	1,21	1,21	0,50	1,00
MSPč9	1,00	2,09	0,61	0,97	1,21	0,50	1,00
MSPč10	1,00	2,09	0,61	1,21	0,97	0,50	1,00
MSPč11	1,00	2,09	0,61	1,21	1,21	0,60	1,00
MSPč12	1,00	2,09	0,61	1,21	1,21	0,50	-

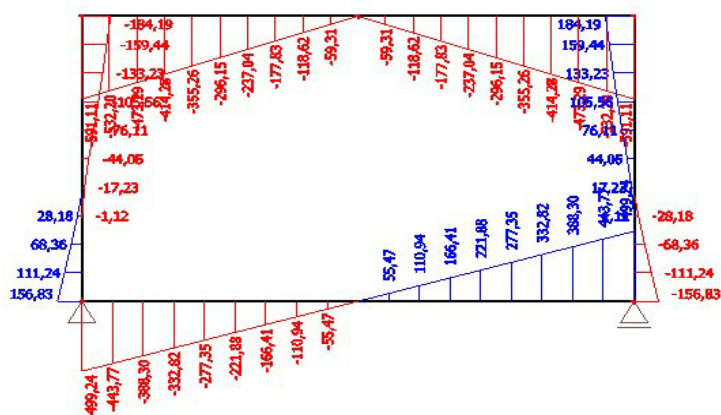
MSP - Kvázistále (6.16b)	Stále	Svislé síly	Rozjezd / Brzdení	Odstředivá síla	Boční ráz	Teplota	Stav. Zat.
MSPkv1	1,00	1,00	1,00	0,50	0,50	0,50	1,00
MSPkv2	1,00	1,00	0,50	1,00	1,00	0,50	1,00

Vnitřní síly v konstrukci

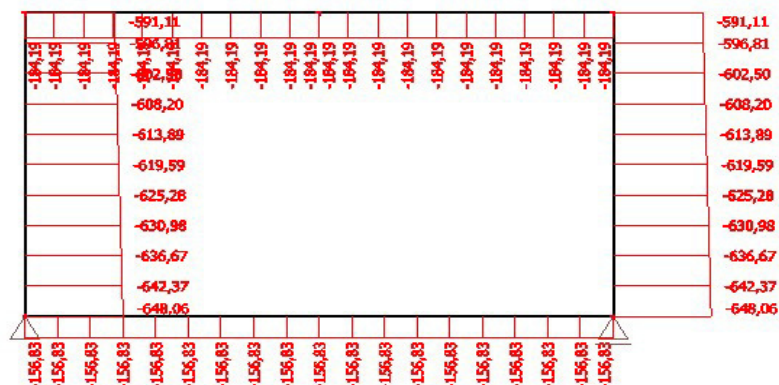
MSU max
momenty



smyková síla

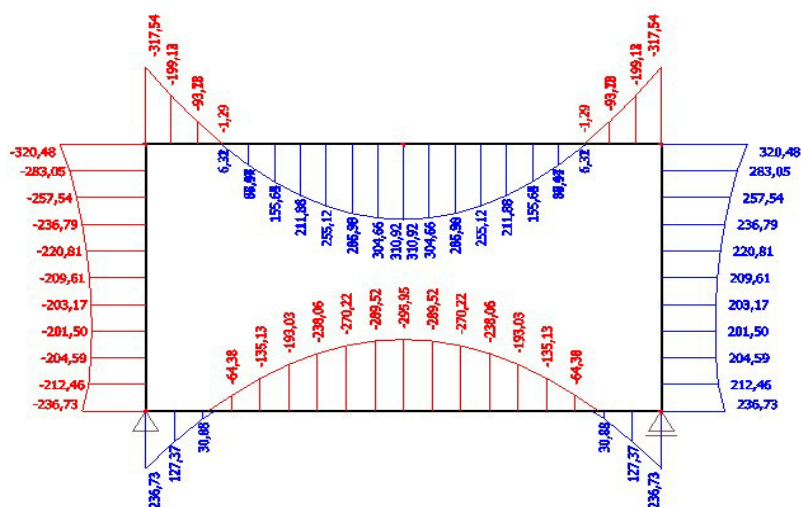


normálová síla

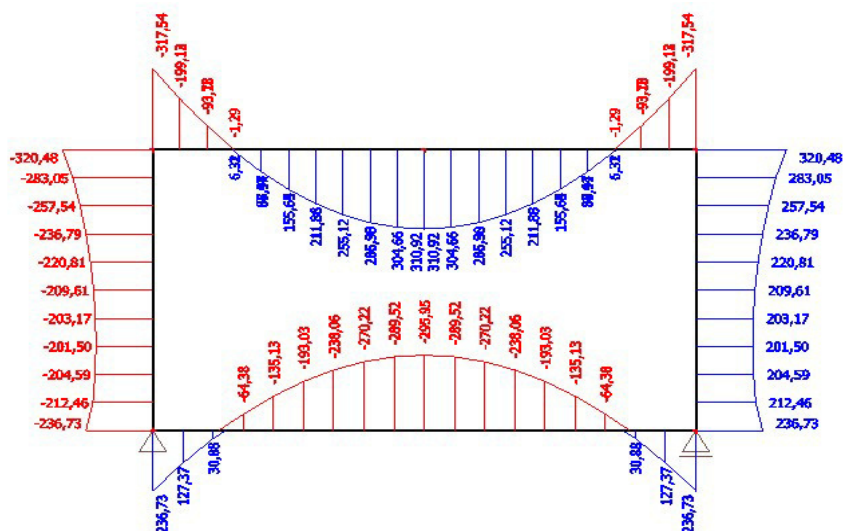


MSP

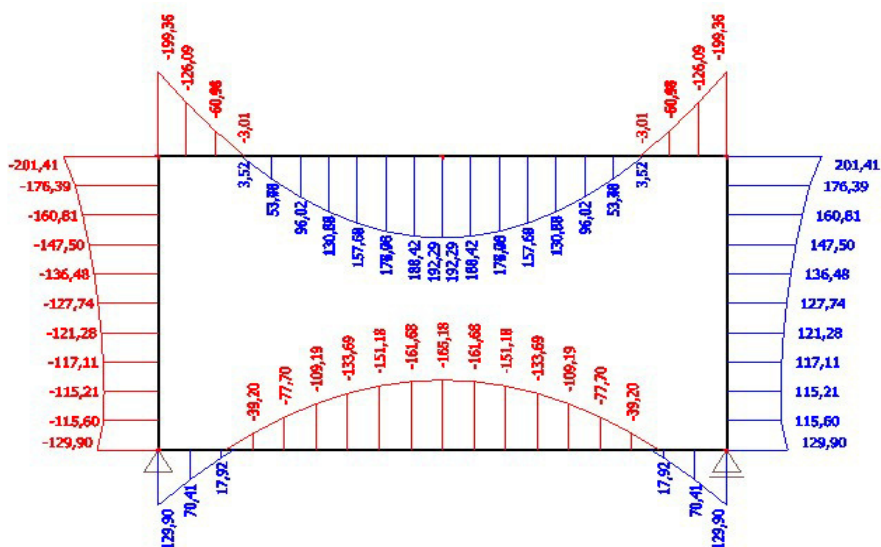
charakteristické zatížení - momenty



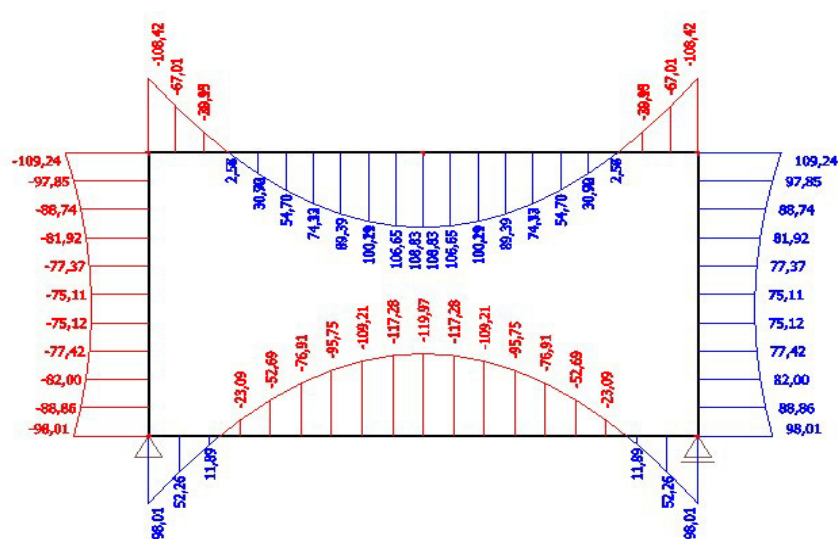
časté zatížení - momenty



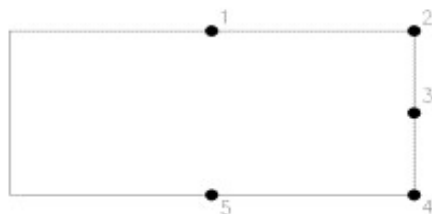
kvázistálé zatížení - momenty



Zatížení LM71 bez α a bez ϕ



Posouzení bodu 1



Návrhová životnost (let):	100	Křítí výztuže:	$c_{min,1} =$	40	mm
Karbonatace:	XC2		$\Delta c_{dev,1} =$	10	mm
Chloridy:	XD1		$c_{nom} =$	50	mm
Mráz (moře):	-				
Mráz:	XF2				
Chémie:	XA1				
Stanovení třídy konstrukce dle výše zmíněných kritérií:		S4			

Průřez

$c_{nom,h} =$	50	mm	$b =$	1000	mm	$H =$	450	mm
			$c_{nom,d} =$	50	mm	$w_{k,max} =$	0,2	mm

Materiály

Ocel:	B 500 B	Beton	C30/37
$f_{yk} =$	500 MPa	$f_{ck} =$	30 MPa
$\gamma_s =$	1,15	$\alpha_{cc} =$	0,85
$f_{yd} =$	434,78 MPa	$\gamma_c =$	1,5
$E_s =$	210000 MPa	$f_{cd} =$	17 MPa
$\epsilon_{uk} =$	5 %	$E_{cm} =$	33 GPa
$\epsilon_{ud} =$	4,5 %	$f_{ctm} =$	2,9 MPa
$\epsilon_{ud} / \epsilon_{uk} =$	0,900	$\epsilon_{c3} =$	1,75 ‰
$k =$	1,08	$\epsilon_{cu3} =$	3,5 ‰
$\epsilon_{yd} = f_{yd} / E_s =$	434,78 / 210000 =	$\lambda =$	0,8
$\alpha_e = E_s / E_{cm} =$	210000 / 33 =	$\eta =$	1
	2,07 ‰		-
	6,36		-

Ohybová výztuž

Horná výztuž	4	ø 25	mm	$\rho_{w,s1} =$	0,436 %
$A_{s1} =$	1963,5	mm ²			
$d_1 = c_{nom,h} + \phi t + 0,5 \cdot \phi 1 =$	50 + 8 + 0,5 · 25 =	70,5	mm		
$d = h - d_1 =$	450 - 70,5 =	379,5	mm		
$s_1 =$	250	mm			
Dolná výztuž	8	ø 25	mm	$\rho_{w,s2} =$	0,873 %
$A_{s2} =$	3926,99	mm ²			
$d_1 = c_{nom,d} + \phi t + 0,5 \cdot \phi 2 =$	50 + 8 + 0,5 · 25 =	70,5	mm		
$d = h - d_1 =$	450 - 70,5 =	379,5	mm		
$s_2 =$	125	mm			

Maximální vzdálenost prutů:

$s_{max,slab} = \min(2 \cdot h ; 300) =$	$\min(2 \cdot 450 ; 300) =$	300	mm	
$s_1 \leq s_{max,slab}$	250 ≤ 300			Vyhovuje
$s_2 \leq s_{max,slab}$	125 ≤ 300			Vyhovuje

Minimální a maximální plocha výztuže

$$\begin{aligned}
 A_{s,min,1} &= 0,26 \cdot (f_{ctm} / f_{yk}) \cdot b \cdot d_{min} = 0,26 \cdot (2,9 / 500) \cdot 1000 \cdot 379,5 = 572,29 \text{ mm}^2 \\
 A_{s,min,2} &> 0,0013 \cdot b \cdot d_{min} = 0,0013 \cdot 1000 \cdot 379,5 = 493,35 \text{ mm}^2 \\
 A_{s,max} &= 0,04 \cdot A_c = 0,04 \cdot (1000 \cdot 450) = 18000 \text{ mm}^2 \\
 A_{s,min} &= \max(A_{s,min,1} ; A_{s,min,2}) = \max(572,29 ; 493,35) = 572,29 \text{ mm}^2 \\
 A_{s,min} &\leq A_{s1} + A_{s2} \leq A_{s,max} \\
 572,29 &\leq 5890,49 \leq 18000 \quad \text{Vyhovuje}
 \end{aligned}$$

Rozdelovací výztuž:

	8	ø	14	mm
$A_{s,roz}$	1231,5			mm ²
$A_{s,roz,min}$	785,4			mm ²
s_{roz}	125			mm
$A_{s,roz,min}$	≤		$A_{s,roz}$	
785,4	≤		1231,5	

Vyhovuje

Maximální vzdálenost prutů:

$$\begin{aligned}
 s_{max,slab} &= \min(3 \cdot h ; 400) = \min(3 \cdot 450 ; 400) = 400 \text{ mm} \\
 s_{roz} &\leq s_{max,slab} \quad 125 \leq 400 \quad \text{Vyhovuje}
 \end{aligned}$$

Smyková výztuž výztuž

Třmínky	4	ø	8	mm	$\alpha_{w,t}$	90	°
$s_{w,t}$	250			mm			
$A_{w,t}$	201,06			mm ²			
$A_{w,t}$	804,24			mm ² /m ²	$\rho_{w,t}$	0,08	%

Maximální vzdálenost prutů:

$$\begin{aligned}
 s_{max,slab} &= 0,75 \cdot d \cdot (1 + \cotg \alpha) = 0,75 \cdot 379,5 \cdot (1 + \cotg 90) = 284,625 \text{ mm} \\
 s_{w,t} &\leq s_{max,slab} \quad 250 \leq 284,625 \quad \text{Vyhovuje}
 \end{aligned}$$

Vnitřní síly na průřezu

M_{Ed}	442,48	kNm	N_{Ed}	184,19	kN	e_{MSU}	2,402	m
			V_{Ed}	0	kN	e_{CHAR}	2,377	m
$M_{Ek,char}$	310,92	kNm	$N_{Ek,char}$	130,81	kN	e_{KVAZ}	2,111	m
$M_{Ek,kvaz}$	192,29	kNm	$N_{Ek,kvaz}$	91,1	kN			
$M_{Ek,čas}$	310,92	kNm	$M_{Ek,LM71}$	108,83	kNm			

- bez α a ϕ

Štíhlostní kritérium

L	6	m	Uložení: vetknutí - vetknutí	
$L_0 = \beta \cdot L$	0,5 \cdot 6 =	3	m	$\beta =$ 0,5 -
$I = 1/12 \cdot b \cdot h^3$	1/12 \cdot 1 \cdot 0,45^3 =	0,0076	m ⁴	
$i = \sqrt{I / A_c}$	$\sqrt{0,0076 / (1 \cdot 0,45)} =$	0,13	m	
$\lambda = L_0 / i$	3 / 0,13 =	23,08	-	

A	0,7	-	$A_c = b \cdot h$	1 \cdot 0,45 =	0,45	mm ²
B	1,1	-				
C	0,7	-				

$$n = N_{Ed} / (A_c \cdot f_{cd}) = 184,19 / (0,45 \cdot 17000) = 0,024$$

$$\begin{aligned}
 \lambda_{lim} &= 20 \cdot A \cdot B \cdot C / \sqrt{n} \leq 75 = 20 \cdot 0,7 \cdot 1,1 \cdot 0,7 / \sqrt{0,024} \leq 75 = 69,58 \quad - \\
 \lambda &< \lambda_{lim} \quad 23,08 < 69,58
 \end{aligned}$$

Masivní prvek

Posouzení MSU - Momenty

$x = A_{s1} \cdot f_{yd} / (b \cdot \eta \cdot \lambda \cdot f_{cd}) =$	$0,00019635 \cdot 434,78 / (1 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 17) =$	0,063	m	
$\xi = x / d =$	$0,063 / 0,3795 =$	0,166	-	
$\xi_{bal,1} = \epsilon_{cu3} / (\epsilon_{cu3} + \epsilon_{yd}) =$	$= 3,5 / (3,5 + 2,07) =$	0,628	-	
	$\xi \leq \xi_{bal,1}$			
	$0,166 \leq 0,628$			Vyhovuje
$M_{Rd,1} = A_{s1} \cdot f_{yd} \cdot (d - 0,5 \cdot \lambda \cdot x) =$	$= 0,0019635 \cdot 434,78 \cdot 1000 \cdot (0,3795 - 0,5 \cdot 0,8 \cdot 0,063) =$	302,46	kNm/m	
	$M_{Ed} \leq M_{Rd}$			
	$0,00 \leq 302,46$			Vyhovuje
$x = A_{s2} \cdot f_{yd} / (b \cdot \eta \cdot \lambda \cdot f_{cd}) =$	$0,000392699 \cdot 434,78 / (1 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 17) =$	0,126	m	
$\xi = x / d =$	$0,126 / 0,3795 =$	0,332	-	
$\xi_{bal,1} = \epsilon_{cu3} / (\epsilon_{cu3} + \epsilon_{yd}) =$	$= 3,5 / (3,5 + 2,07) =$	0,628	-	
	$\xi \leq \xi_{bal,1}$			
	$0,332 \leq 0,628$			Vyhovuje
$M_{Rd,2} = A_{s2} \cdot f_{yd} \cdot (d - 0,5 \cdot \lambda \cdot x) =$	$= 0,00392699 \cdot 434,78 \cdot 1000 \cdot (0,3795 - 0,5 \cdot 0,8 \cdot 0,126) =$	561,90	kNm/m	
	$M_{Ed} \leq M_{Rd}$			
	$442,48 \leq 561,90$			Vyhovuje

Posouzení MSU - Smykové síly**Bez smykové výztuže**

$C_{Rd,c} = 0,18 / \gamma_c =$	$0,18 / 1,5 =$	0,12	-	
$k = \min(1 + (200 / d)^{0,5}; 2,0) =$				
$\min(1 + (200 / 379,5)^{0,5}; 2,0) =$		1,726	-	
$\rho_1 = A_{s1} / (b \cdot d) =$	$3926,99 / (1000 \cdot 379,5) =$	0,0103	-	
$v_{min} = 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} =$	$0,035 \cdot 1,726^{3/2} \cdot 30^{1/2} =$	0,435	-	
$V_{Rd,c1} = C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} \cdot b \cdot d =$				
$= (0,12 \cdot 1,726 \cdot (100 \cdot 0,0103 \cdot 30)^{1/3} \cdot 1000 \cdot 379,5) / 1000 =$		246,65	kN	
$V_{Rd,c2} = v_{min} \cdot b \cdot d =$	$0,435 \cdot 1000 \cdot 379,5 / 1000 =$	165,0825	kN	
$V_{Rd,c} = \max(V_{Rd,c1}; V_{Rd,c2}) =$	$\max(246,65; 165,0825) =$	246,65	kN	
Posouzení:	$V_{Ed} \leq V_{Rd,c}$			
	$0,00 \leq 246,65$			Vyhovuje

Se smykovou výztuží

Sklon tlakových diagonál:	$\theta =$	30	°	
	$1 \leq \cotg \theta \leq$	2,5		
	$1 \leq 1,732 \leq$	2,5		

Součinitel redukce únosnosti tlak. diag.:

$$v = 0,6 \cdot (1 - f_{ck} / 250) = 0,6 \cdot (1 - 30 / 250) = 0,528 \quad -$$

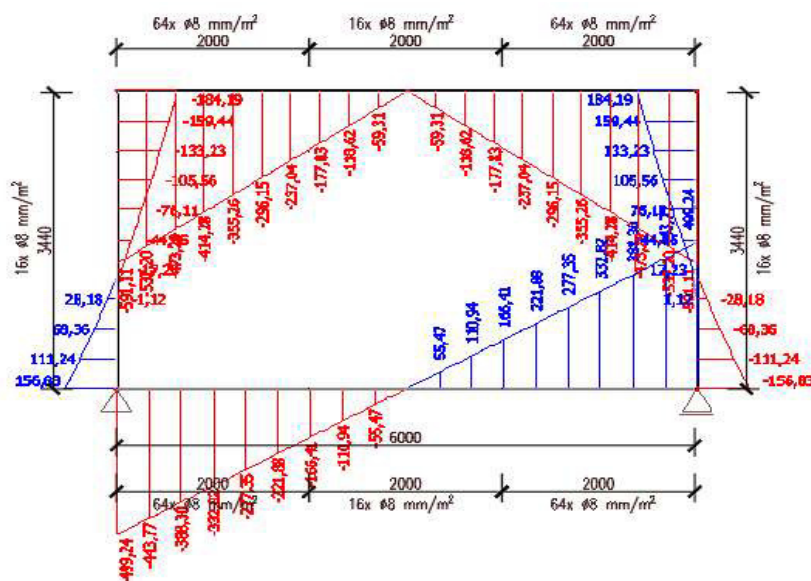
Únosnost třmínků: $z \approx 0,9 \cdot d$

$$V_{Rd,st} = A_{w,t} \cdot f_{yd} \cdot z \cdot \cotg \theta / s_{w,t} =$$

$$(201,06 \cdot 434,78 \cdot 341,55 \cdot 1,732 / 250) / 1000 = 206,85 \quad \text{kN}$$

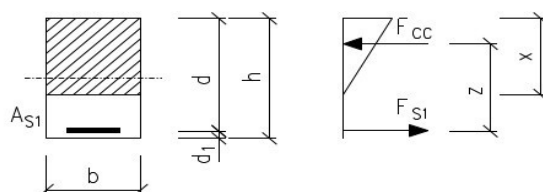
Posouzení:	$V_{Ed} \leq V_{Rd,st}$			
	$0,00 \leq 206,85$			Vyhovuje

Rozmístnění smykové výztuže



Posouzení MSP - Omezení napětí

Charakteristická kombinace



$$x = \alpha_e / b \cdot A_{s2} \cdot (-1 + (1 + 2 \cdot b \cdot d / (\alpha_e \cdot A_{s1}))^{0,5}) = 6,36 / 1 \cdot 0,00392699 \cdot (-1 + (1 + 2 \cdot 1 \cdot 0,3795 / 6,36 \cdot 0,0019635)^{0,5}) = 0,1713 \text{ m}$$

$$z = d - 1/3 \cdot x = 0,3795 - 1/3 \cdot 0,1713 = 0,322 \text{ m}$$

Omezení tlakových napětí v betone:

$$\sigma_c = M_{Fk, char} / (0,5 \cdot x \cdot b \cdot z) = 310,92 / (0,5 \cdot 0,1713 \cdot 1 \cdot 0,322) / 1000 = 11,27 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,max} = k_1 \cdot f_{ck} = \quad k_1 = \quad \mathbf{0,6} \quad \quad 0,6 \cdot 30 = \quad \mathbf{18,00} \quad \text{MPa}$$

$$\sigma_c \leq \sigma_{c,\max}$$

$$11,27 \leq 18,00$$

Vyhovuje

Omezení tahových napětí vo výztuži:

$$\sigma_s = M_{E_k, char} / (A_{s2} \cdot z) = 310,92 / (0,00392699 \cdot 0,322) = 245,89 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{s, \max} = k_3 \cdot f_{yk} = \quad k_3 = \quad \mathbf{0,8} \quad 0,8 \cdot 500 = \quad 400,00 \quad \text{MPa}$$

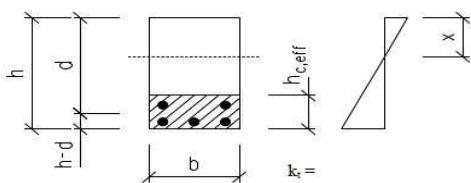
$$\sigma_s \leq \sigma_{s,\max}$$

$$245,89 \leq 400,00$$

Vyhovuje

Posouzení MSP - Výpočet trhlin

Kvázistálá kombinace



$$\sigma_s = M_{Ek, kvaz} / (A_{s2} \cdot z) = 192,29 / (0,00392699 \cdot 0,322) = 152,07 \text{ MPa}$$

$$h_{c,eff} = \min(2,5 \cdot (h - d) ; (h - x) / 3 ; h / 2) =$$

$$= \min(2,5 \cdot (450 - 379,5) ; (450 - 171,3) / 3 ; 450 / 2) = 92,9 \text{ mm}$$

$$A_{c,eff} = h_{c,eff} \cdot b = 92,9 \cdot 1000 = 92900 \text{ mm}^2$$

$$\rho_{p,eff} = A_{s2} / A_{c,eff} = 3926,99 / 92900 = 0,042 \text{ -}$$

krátkodobé zatížení

$$k_t = 0,6$$

$$f_{ct,eff} = f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$$

$$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = 1/E_s \cdot (\sigma_s - k_t \cdot f_{ct,eff} / \rho_{p,eff} \cdot (1 + \alpha_e \cdot \rho_{p,eff})) =$$

$$= 1 / 210000 \cdot (152,07 - 0,6 \cdot 2,9 / 0,042 \cdot (1 + 6,36 \cdot 0,042)) = 0,000474 \text{ -}$$

$$0,6 \cdot \sigma_s / E_s = 0,6 \cdot 152,07 / 210000 = 0,000434 \text{ -}$$

$$\begin{aligned} \epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} &\geq 0,6 \cdot \sigma_s / E_s \\ 0,000474 &\geq 0,000434 \end{aligned}$$

$$\text{Vzdálenost tažené výztuže } s_1 = 250 \text{ mm}$$

$$s = 5 \cdot (c_{nom,d} + \phi/2) = 5 \cdot (50 + 25 / 2) = 312,5 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} s_1 &\leq s \\ 250 &\leq 313 \end{aligned}$$

Vyhovuje

$$\text{Součinitel vyjadřující vliv soudržnosti } k_1: \text{žebírková výztuž} \quad 0,8$$

$$\text{Součinitel vyjadřující vliv poměrného přetvoření po výšce průřezu } k_2:$$

$$\text{Ohyb} \quad 0,5$$

$$\text{Doporučená hodnota } k_3: \quad 3,4$$

$$\text{Doporučená hodnota } k_4: \quad 0,425$$

$$s_{r,max} = k_3 \cdot C_{nom,d} + k_1 \cdot k_2 \cdot k_4 \cdot \phi / \rho_{p,eff} =$$

$$= 3,4 \cdot 50 + 0,8 \cdot 0,5 \cdot 0,425 \cdot 25 / 0,042 = 271,19 \text{ mm}$$

$$w_k = s_{r,max} \cdot (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}) = 271,19 \cdot (0,000474) = 0,1285 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} w_k &\leq w_{max} \\ 0,1285 &\leq 0,2000 \end{aligned}$$

Vyhovuje

Posouzení na únavu

Betonářská výztuž

Rozkmit napětí:	$\Delta\sigma_{Rsk} =$	162,5	MPa	pro přímé pruty
Součinitel:	$V_{F,fat} =$	1,00	-	
Součinitel:	$V_{s,fat} =$	1,15	-	
Dynamický součinitel:	$\phi =$	1,74	-	
Návrhová životnost mostu:	$N_{years} =$	100	let	
Sklon S-N křivky:	$k_2 =$	9	-	
Objem dopravy:	$Vol =$	1,50E+07	t/rok	
Délka pro posudek:	$L =$	5,9	m	
Rozkmit napětí od LM71:	$\Delta\sigma_{s,LM71} = M_{Ek,LM71} / (A_{s2} \cdot z) =$			108,83 / (0,00392699 · 0,322) =
	$\Delta\sigma_{s,LM71} =$	86,07	MPa	(bez α a bez ϕ)

Účinek dopravy:

$$\lambda_1(2m) = \mathbf{0,9} \quad \lambda_1(20m) = \mathbf{0,65}$$

$$\lambda_1 = \lambda_1(2m) + (\lambda_1(20m) - \lambda_1(2m)) \cdot (\log L - 0,3) =$$

$$0,9 + (0,65 - 0,9) \cdot (\log 5,9 - 0,3) = \mathbf{0,78}$$

Roční objem dopravy:

$$\lambda_2 = (Vol / (25 \cdot 10^6))^{(1/k_2)} = (15000000 / (25 \cdot 10^6))^{(1/9)} = \mathbf{0,945} \quad -$$

Životnost mostu:

$$\lambda_3 = (N_{years} / 100)^{(1/k_2)} = (100 / 100)^{(1/9)} = \mathbf{1,000} \quad -$$

Součinitel vlivu současného zatížení prvku z více kolejí:

$$\lambda_4 = \mathbf{1,000} \quad -$$

Maximální součinitel: $\lambda_{max} = \mathbf{1,4} \quad -$

$$\text{Opravný součinitel: } \lambda = \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \cdot \lambda_4 \leq \lambda_{max} \quad 0,78 \cdot 0,945 \cdot 1 \cdot 1 \leq \mathbf{1,4}$$

$$\lambda = \mathbf{0,737} \quad -$$

Poškozuující ekvivalentní rozkmit:

$$\Delta\sigma_{s,eq} = \lambda \cdot \phi \cdot \Delta\sigma_{s,LM71} = 0,737 \cdot 1,74 \cdot 86,07 = \mathbf{110,37} \quad \text{MPa}$$

Posouzení:

$$V_{F,fat} \cdot \Delta\sigma_{s,eq} \leq \Delta\sigma_{Rsk} / V_{s,fat}$$

$$\mathbf{1 \cdot 110,37 \leq 162,5 / 1,15}$$

$$\mathbf{110,37 \leq 141,30}$$

Vyhovuje

Možná redukce dyn. součinitelu:

dle ČSN EN 1991-2 Příloha D.1

$$L_\phi = \mathbf{5,581} \quad \text{m}$$

$$v = \mathbf{60} \quad \text{km/h} = \mathbf{16,67} \quad \text{m/s}$$

$$\phi'' = 0,56e^{(L^2/100)} = \mathbf{2,30} \quad -$$

$$K_{0-20} = v/160 = \mathbf{0,1042}$$

$$K_{20-x} = v/(47,16 \cdot L^{0,408}) = \mathbf{0,1752}$$

$$K = \text{kdýž } L \leq 20 \text{ m } K_{0-20} \text{ inak } K_{20-x} = \mathbf{0,1042}$$

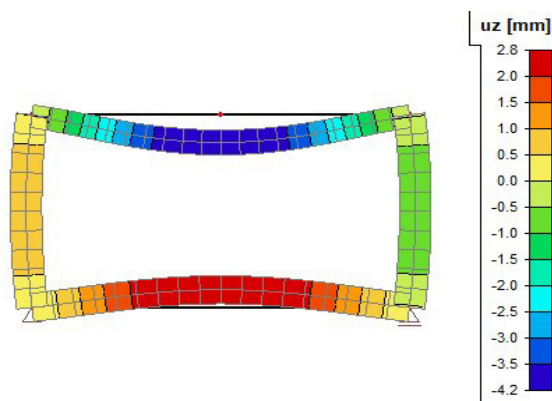
$$\phi' = K/(1-K^4) = \mathbf{0,1163}$$

$$\phi_{red} = 1 + 0,5 \cdot (\phi' + 0,5 \cdot \phi'') = \mathbf{1,63}$$

Není nutno redukovat dyn. součinitel

Tlačený beton

			M [kNm]	σ [MPa]
	$\sigma_{c,perm} =$	2,06 MPa	83,46	2,06
$\Delta\sigma_c = M_{Ek} / (A_s \cdot z) =$	$\sigma_{c,max,LM71} =$	6,70 MPa	271,74	6,70
	$\sigma_{c,min,LM71} =$	5,76 MPa	233,65	5,76
Součinitel	$k_1 =$	0,85 -		
	$t_0 =$	50 dní		
	$s =$	0,25 pro cem 42,5N		
	$f_{ck} =$	30 MPa		
	$f_{cd} =$	17 MPa		
Objem dopravy:	$Vol =$	1,50E+07 t/rok		
Návrhová životnost mostu:	$N_{years} =$	100 let		
	$V_{sd} =$	1 -		
Délka pro posudek:	$L =$	6 m		
Součinitel pevnosti:				
$\beta_{cc}(t_0) = \exp(s \cdot (1 - (28/t_0)^{1/2})) =$	$\exp(0,25 \cdot (1 - (28/50)^{1/2})) =$	1,065	-	
Únavová pevnost betonu:				
$f_{cd,fat} = k_1 \cdot \beta_{cc}(t_0) \cdot f_{cd} \cdot (1 - f_{ck}/250) =$	$0,85 \cdot 1,065 \cdot 17 \cdot (1 - 30/250) =$	13,54	MPa	
Vliv trvale působivého zatížení:				
$\lambda_{c,0} = 0,94 + 0,2 \cdot (\sigma_{c,perm} / f_{cd,fat}) \geq 1,00$				
$= 0,94 + 0,2 \cdot (2,06 / 13,54) \geq 1,00$				
0,97 \geq 1,00	$\lambda_{c,0} =$	1,00		
Účinek dopravy:				
$\lambda_{c,1}(2m) =$	0,7	$\lambda_{c,1}(20m) =$	0,75	
$\lambda_{c,1} = \lambda_{c,1}(2m) + (\lambda_{c,1}(20m) - \lambda_{c,1}(2m)) \cdot (\log L - 0,3) =$				
$0,7 + (0,75 - 0,7) \cdot (\log 6 - 0,3) =$	0,72			
Roční objem dopravy:				
$\lambda_{c,2,3} = 1 + 1/8 \cdot \log(Vol / 25 \cdot 10^6) + 1/8 \cdot \log(N_{years} / 100) =$				
$= 1 + 1/8 \cdot \log(15000000 / 25 \cdot 10^6) + 1/8 \cdot \log(100 / 100) =$	0,972	-		
Počet kolejí:				
$\lambda_{c,4} =$	1	-	jedna kolej	
Opravný součinitel:				
$\lambda_c = \lambda_{c,0} \cdot \lambda_{c,1} \cdot \lambda_{c,2,3} \cdot \lambda_{c,4} =$	$1 \cdot 0,72 \cdot 0,972 \cdot 1 =$	0,7	-	
Dolní napětí amplitudy:	$\sigma_{cd,min,eq} = \sigma_{c,perm} - \lambda_c \cdot (\sigma_{c,perm} - \sigma_{c,min,LM71}) =$	$2,06 - 0,7 \cdot (2,06 - 5,76) =$	4,65	MPa
Horní napětí amplitudy:	$\sigma_{cd,max,eq} = \sigma_{c,perm} + \lambda_c \cdot (\sigma_{c,max,LM71} - \sigma_{c,perm}) =$	$2,06 + 0,7 \cdot (6,7 - 2,06) =$	5,308	MPa
Najmenší uroveň napětí:	$E_{cd,min,eq} = V_{sd} \cdot \sigma_{cd,min,eq} / f_{cd,fat} =$	$1 \cdot 4,65 / 13,54 =$	0,343	MPa
Největší úroveň napětí:	$E_{cd,max,eq} = V_{sd} \cdot \sigma_{cd,max,eq} / f_{cd,fat} =$	$1 \cdot 5,308 / 13,54 =$	0,392	MPa
Poměr napětí:	$R_{equ} = E_{cd,min,eq} / E_{cd,max,eq} =$	$0,343 / 0,392 =$	0,875	-
Posouzení:	$14 \cdot (1 - E_{cd,max,eq}) / (1 - R_{equ})^{0,5} \geq 6$			
	$14 \cdot (1 - 0,392) / (1 - 0,875)^{0,5} \geq 6$	24,076	\geq	6
				Vyhovuje
Posouzení napětí:				
$\sigma_{c,max} / f_{cd,fat} \leq 0,5 + 0,45 \cdot \sigma_{c,min} / f_{cd,fat}$			$\sigma_{c,max} / f_{cd,fat} \leq 0,9$	
$6,7 / 13,54 \leq 0,5 + 0,45 \cdot 5,76 / 13,54$		$6,7 / 13,54 \leq$	0,9	
0,495	\leq	0,691	0,495	\leq
				0,9
	Vyhovuje			Vyhovuje

Mezní stav použitelnosti - maximální průhyb konstrukce

Mezní dovolený průhyb:

Délka posuzovaného prvku: $L = 6000$ mmMaximální dovolený průhyb: $L / 600$

Hodnota limitního průhybu: $\delta_{lim} = L / 600$
 $= 6000 / 600 = 10,00$ mm

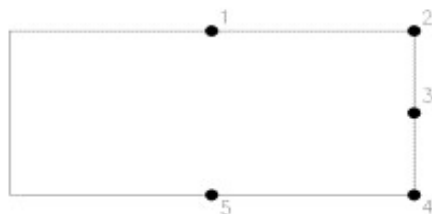
Maximální mezní průhyb od charakteristické kombinace (program Scia)

 $\delta = 4,2$ mmPosudek: $\delta / \delta_{lim} \leq 1,00$ $4,2 / 10 \leq 1,00$ $0,4200 \leq 1,00$

Využití (%): 42,00

Vyhovuje

Posouzení bodu 2



Návrhová životnost (let):

100

Křítí výztuže:

 $c_{min,1} = 40$ mm

Karbonatace:

XC2

 $\Delta c_{dev,1} = 10$ mm

Chloridy:

XD1

 $c_{nom} = 50$ mm

Mráz (moře):

-

Mráz:

XF2

Chémie:

XA1

Stanovení třídy konstrukce dle výše zmíněných kritérií:

S4

Průřez

$c_{nom,h} =$	50	mm	$b =$	1000	mm	$H =$	400	mm
			$c_{nom,d} =$	50	mm	$w_{k,max} =$	0,2	mm

Materiály

Ocel:	B	500	B		Beton	C30/37
$f_{yk} =$	500	MPa			$f_{ck} =$	30 MPa
$\gamma_s =$	1,15	-			$\alpha_{cc} =$	0,85 -
$f_{yd} =$	434,78	MPa			$\gamma_c =$	1,5 -
$E_s =$	210000	MPa			$f_{cd} =$	17 MPa
$\epsilon_{uk} =$	5	%			$E_{cm} =$	33 GPa
$\epsilon_{ud} =$	4,5	%			$f_{ctm} =$	2,9 MPa
$\epsilon_{ud} / \epsilon_{uk} =$	0,900	-			$\epsilon_{c3} =$	1,75 ‰
$k =$	1,08	-			$\epsilon_{cu3} =$	3,5 ‰
$\epsilon_{yd} = f_{yd} / E_s =$	434,78 / 210000 =		2,07	‰	$\lambda =$	0,8 -
$\alpha_e = E_s / E_{cm} =$	210000 / 33 =		6,36		$\eta =$	1 -

Ohybová výztuž

Horná výztuž	8	Ø	25	mm	$\rho_{w,s1} =$	0,982	%
$A_{s1} =$	3926,99	mm ²					
$d_1 = c_{nom,h} + \phi t + 0,5 \cdot \phi 1 =$	50 + 8 + 0,5 · 25 =	70,5	mm				
$d = h - d_1 =$	400 - 70,5 =	329,5	mm				
$s_1 =$	125	mm					
Dolná výztuž	4	Ø	25	mm	$\rho_{w,s2} =$	0,491	%
$A_{s2} =$	1963,5	mm ²					
$d_1 = c_{nom,d} + \phi t + 0,5 \cdot \phi 2 =$	50 + 8 + 0,5 · 25 =	70,5	mm				
$d = h - d_1 =$	400 - 70,5 =	329,5	mm				
$s_2 =$	250	mm					

Maximální vzdálenost prutů:

$s_{max,slab} = \min(2 \cdot h ; 300) =$	$\min(2 \cdot 400 ; 300) =$	300	mm
$s_1 \leq s_{max,slab}$	125 ≤ 300		Vyhovuje
$s_2 \leq s_{max,slab}$	250 ≤ 300		Vyhovuje

Minimální a maximální plocha výztuže

$$\begin{aligned}
 A_{s,min,1} &= 0,26 \cdot (f_{ctm} / f_{yk}) \cdot b \cdot d_{min} = 0,26 \cdot (2,9 / 500) \cdot 1000 \cdot 329,5 = 496,89 \text{ mm}^2 \\
 A_{s,min,2} &> 0,0013 \cdot b \cdot d_{min} = 0,0013 \cdot 1000 \cdot 329,5 = 428,35 \text{ mm}^2 \\
 A_{s,max} &= 0,04 \cdot A_c = 0,04 \cdot (1000 \cdot 400) = 16000 \text{ mm}^2 \\
 A_{s,min} &= \max(A_{s,min,1} ; A_{s,min,2}) = \max(496,89 ; 428,35) = 496,89 \text{ mm}^2 \\
 A_{s,min} &\leq A_{s1} + A_{s2} \leq A_{s,max} \\
 496,89 &\leq 5890,49 \leq 16000 \quad \text{Vyhovuje}
 \end{aligned}$$

Rozdelovací výztuž:

	8	Ø	14	mm
$A_{s,roz}$	1231,5			mm ²
$A_{s,roz,min}$	785,4			mm ²
s_{roz}	125			mm
$A_{s,roz,min}$	≤		$A_{s,roz}$	
785,4	≤		1231,5	

Vyhovuje

Maximální vzdálenost prutů:

$$\begin{aligned}
 s_{max,slab} &= \min(3 \cdot h ; 400) = \min(3 \cdot 400 ; 400) = 400 \text{ mm} \\
 s_{roz} &\leq s_{max,slab} \quad 125 \leq 400 \quad \text{Vyhovuje}
 \end{aligned}$$

Smyková výztuž výztuž

Třmínky	8	Ø	8	mm	$\alpha_{w,t}$	90	°
$s_{w,t}$	125			mm			
$A_{w,t}$	402,12			mm ²			
$A_{w,t}$	3216,96			mm ² /m ²	$\rho_{w,t}$	0,32	%

Maximální vzdálenost prutů:

$$\begin{aligned}
 s_{max,slab} &= 0,75 \cdot d \cdot (1 + \cotg \alpha) = 0,75 \cdot 329,5 \cdot (1 + \cotg 90) = 247,125 \text{ mm} \\
 s_{w,t} &\leq s_{max,slab} \quad 125 \leq 247,125 \quad \text{Vyhovuje}
 \end{aligned}$$

Vnitřní síly na průřezu

M_{Ed}	451,29	kNm	N_{Ed}	591,11	kN	e_{MSU}	0,763	m
$M_{Ek,char}$	317,54	kNm	V_{Ed}	591,11	kN	e_{CHAR}	0,764	m
$M_{Ek,kvaz}$	199,36	kNm	$N_{Ek,kvaz}$	257,02	kN	e_{KVAZ}	0,776	m
$M_{Ek,čas}$	317,54	kNm	$M_{Ek,LM71}$	108,42	kNm	- bez α a ϕ		

Štíhlostní kritérium

L	3,44	m	Uložení: vetknutí - vetknutí	
$L_0 = \beta \cdot L$	0,5 · 3,44 =	1,72	m	β = 0,5 -
$I = 1/12 \cdot b \cdot h^3$	1/12 · 1 · 0,4 ³ =	0,0053	m ⁴	
$i = \sqrt{I / A_c}$	$\sqrt{0,0053 / (1 \cdot 0,4)}$ =	0,115	m	
$\lambda = L_0 / i$	1,72 / 0,115 =	14,96	-	

A	0,7	-	$A_c = b \cdot h$	1 · 0,4 =	0,4	mm ²
B	1,1	-				
C	0,7	-				

$$n = N_{Ed} / (A_c \cdot f_{cd}) = 591,11 / (0,4 \cdot 17000) = 0,087$$

$$\begin{aligned}
 \lambda_{lim} &= 20 \cdot A \cdot B \cdot C / \sqrt{n} \leq 75 = 20 \cdot 0,7 \cdot 1,1 \cdot 0,7 / \sqrt{0,087} \leq 75 = 36,55 \quad - \\
 \lambda &< \lambda_{lim} \quad 14,96 < 36,55 \quad \text{Masivní prvek}
 \end{aligned}$$

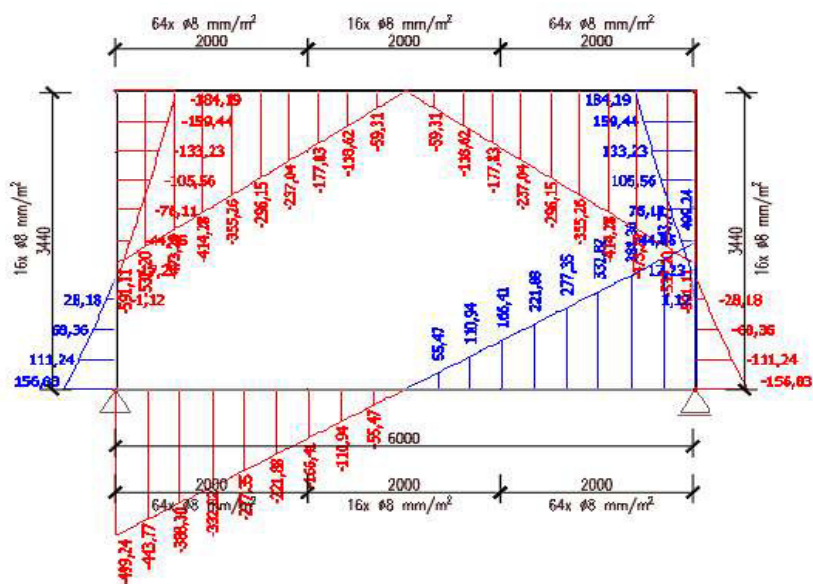
Posouzení MSU - Momenty

$x = A_{s1} \cdot f_{yd} / (b \cdot \eta \cdot \lambda \cdot f_{cd}) =$	$0,000392699 \cdot 434,78 / (1 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 17) =$	0,126	m	
$\xi = x / d =$	$0,126 / 0,3295 =$	0,382	-	
$\xi_{bal,1} = \epsilon_{cu3} / (\epsilon_{cu3} + \epsilon_{yd}) =$	$= 3,5 / (3,5 + 2,07) =$	0,628	-	
	$\xi \leq \xi_{bal,1}$			
	$0,382 \leq 0,628$			Vyhovuje
$M_{Rd,1} = A_{s1} \cdot f_{yd} \cdot (d - 0,5 \cdot \lambda \cdot x) =$	$= 0,00392699 \cdot 434,78 \cdot 1000 \cdot (0,3295 - 0,5 \cdot 0,8 \cdot 0,126) =$	476,53	kNm/m	
	$M_{Ed} \leq M_{Rd}$			
	451,29	476,53		Vyhovuje
$x = A_{s2} \cdot f_{yd} / (b \cdot \eta \cdot \lambda \cdot f_{cd}) =$	$0,00019635 \cdot 434,78 / (1 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 17) =$	0,063	m	
$\xi = x / d =$	$0,063 / 0,3295 =$	0,191	-	
$\xi_{bal,1} = \epsilon_{cu3} / (\epsilon_{cu3} + \epsilon_{yd}) =$	$= 3,5 / (3,5 + 2,07) =$	0,628	-	
	$\xi \leq \xi_{bal,1}$			
	$0,191 \leq 0,628$			Vyhovuje
$M_{Rd,2} = A_{s2} \cdot f_{yd} \cdot (d - 0,5 \cdot \lambda \cdot x) =$	$= 0,0019635 \cdot 434,78 \cdot 1000 \cdot (0,3295 - 0,5 \cdot 0,8 \cdot 0,063) =$	259,78	kNm/m	
	$M_{Ed} \leq M_{Rd}$			
	0,00	259,78		Vyhovuje

Posouzení MSU - Smykové síly**Bez smykové výztuže**

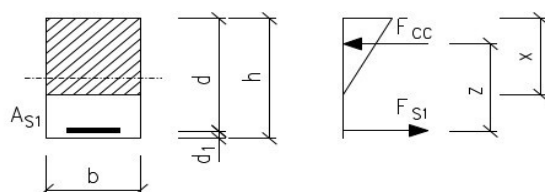
$C_{Rd,c} = 0,18 / \gamma_c =$	$0,18 / 1,5 =$	0,12	-	
$k = \min(1 + (200 / d)^{0,5}; 2,0) =$	$\min(1 + (200 / 329,5)^{0,5}; 2,0) =$	1,779	-	
$\rho_1 = A_{s1} / (b \cdot d) =$	$3926,99 / (1000 \cdot 329,5) =$	0,0119	-	
$v_{min} = 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} =$	$0,035 \cdot 1,779^{3/2} \cdot 30^{1/2} =$	0,455	-	
$V_{Rd,c1} = C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} \cdot b \cdot d =$	$= (0,12 \cdot 1,779 \cdot (100 \cdot 0,0119 \cdot 30)^{1/3} \cdot 1000 \cdot 329,5) / 1000 =$	231,62	kN	
$V_{Rd,c2} = v_{min} \cdot b \cdot d =$	$0,455 \cdot 1000 \cdot 329,5 / 1000 =$	149,9225	kN	
$V_{Rd,c} = \max(V_{Rd,c1}; V_{Rd,c2}) =$	$\max(231,62; 149,9225) =$	231,62	kN	
Posouzení:	$V_{Ed} \leq V_{Rd,c}$			
	591,11	231,62		Kontrola
Se smykovou výztuží				
Sklon tlakových diagonál:	$\theta =$	30	°	
	$1 \leq \cotg \theta \leq$	2,5		
	$1 \leq 1,732 \leq$	2,5		
Součinitel redukce únosnosti tlak. diag.:				
$v = 0,6 \cdot (1 - f_{ck} / 250) =$	$0,6 \cdot (1 - 30 / 250) =$	0,528	-	
Únosnost třmínků:	$z \approx 0,9 \cdot d$			
$V_{Rd,st} = A_{w,t} \cdot f_{yd} \cdot z \cdot \cotg \theta / s_{w,t} =$	$(402,12 \cdot 434,78 \cdot 296,55 \cdot 1,732 / 125) / 1000 =$	718,39	kN	
Posouzení:	$V_{Ed} \leq V_{Rd,st}$			
	591,11	718,39		Vyhovuje

Rozmístění smykové výztuže



Posouzení MSP - Omezení napětí

Charakteristická kombinace



$$x = \alpha_e / b \cdot A_{s1} \cdot (-1 + (1 + 2 \cdot b \cdot d / (\alpha_e \cdot A_{s2}))^{0.5}) =$$

$$6,36 / 1 \cdot 0,00392699 \cdot (-1 + (1 + 2 \cdot 1 \cdot 0,3295 / 6,36 \cdot 0,0019635)^{0.5}) = 0,1582 \quad \text{m}$$

$$z = d - 1/3 \cdot x = 0,3295 - 1/3 \cdot 0,1582 = 0,277 \quad \text{m}$$

Omezení tlakových napětí v betone:

$$\sigma_c = M_{Ek, char} / (0,5 \cdot x \cdot b \cdot z) = 317,54 / (0,5 \cdot 0,1582 \cdot 1 \cdot 0,277) / 1000 = 14,49 \quad \text{MPa}$$

$$\sigma_{c, max} = k_1 \cdot f_{ck} = k_1 = 0,6 \quad 0,6 \cdot 30 = 18,00 \quad \text{MPa}$$

$$\sigma_c \leq \sigma_{c, max}$$

$$14,49 \leq 18,00$$

Vyhovuje

Omezení tahových napětí vo výztuži:

$$\sigma_s = M_{Ek, char} / (A_{s1} \cdot z) = 317,54 / (0,00392699 \cdot 0,277) = 291,92 \quad \text{MPa}$$

$$\sigma_{s, max} = k_3 \cdot f_{yk} = k_3 = 0,8 \quad 0,8 \cdot 500 = 400,00 \quad \text{MPa}$$

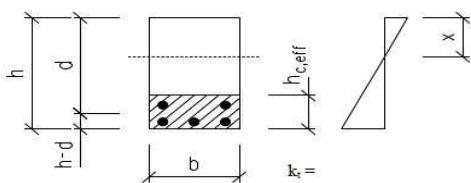
$$\sigma_s \leq \sigma_{s, max}$$

$$291,92 \leq 400,00$$

Vyhovuje

Posouzení MSP - Výpočet trhlin

Kvázistálá kombinace



$$\sigma_s = M_{Ek,kvaz} / (A_{s1} \cdot z) = 199,36 / (0,00392699 \cdot 0,277) = 183,27 \text{ MPa}$$

$$h_{c,eff} = \min(2,5 \cdot (h - d) ; (h - x) / 3 ; h / 2) =$$

$$= \min(2,5 \cdot (400 - 329,5) ; (400 - 158,2) / 3 ; 400 / 2) = 80,6 \text{ mm}$$

$$A_{c,eff} = h_{c,eff} \cdot b = 80,6 \cdot 1000 = 80600 \text{ mm}^2$$

$$\rho_{p,eff} = A_{s1} / A_{c,eff} = 1963,5 / 80600 = 0,049 \text{ -}$$

krátkodobé zatížení

$$k_t = 0,6$$

$$f_{ct,eff} = f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$$

$$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = 1/E_s \cdot (\sigma_s - k_t \cdot f_{ct,eff} / \rho_{p,eff} \cdot (1 + \alpha_e \cdot \rho_{p,eff})) =$$

$$= 1 / 210000 \cdot (183,27 - 0,6 \cdot 2,9 / 0,049 \cdot (1 + 6,36 \cdot 0,049)) = 0,000651 \text{ -}$$

$$0,6 \cdot \sigma_s / E_s = 0,6 \cdot 183,27 / 210000 = 0,000524 \text{ -}$$

$$\begin{aligned} \epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} &\geq 0,6 \cdot \sigma_s / E_s \\ 0,000651 &\geq 0,000524 \end{aligned}$$

$$\text{Vzdálenost tažené výztuže } s_1 = 125 \text{ mm}$$

$$s = 5 \cdot (c_{nom,d} + \phi/2) = 5 \cdot (50 + 25 / 2) = 312,5 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} s_1 &\leq s \\ 125 &\leq 313 \end{aligned}$$

Vyhovuje

$$\text{Součinitel vyjadřující vliv soudržnosti } k_1: \text{žebírková výztuž} \quad 0,8$$

$$\text{Součinitel vyjadřující vliv poměrného přetvorení po výšce průřezu } k_2:$$

$$\text{Ohyb} \quad 0,5$$

$$\text{Doporučená hodnota } k_3: \quad 3,4$$

$$\text{Doporučená hodnota } k_4: \quad 0,425$$

$$s_{r,max} = k_3 \cdot C_{nom,d} + k_1 \cdot k_2 \cdot k_4 \cdot \phi / \rho_{p,eff} =$$

$$= 3,4 \cdot 50 + 0,8 \cdot 0,5 \cdot 0,425 \cdot 25 / 0,049 = 256,73 \text{ mm}$$

$$w_k = s_{r,max} \cdot (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}) = 256,73 \cdot (0,000651) = 0,1671 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} w_k &\leq w_{max} \\ 0,1671 &\leq 0,2000 \end{aligned}$$

Vyhovuje

Posouzení na únavu**Betonářská výztuž**

Rozkmit napětí:	$\Delta\sigma_{Rsk} =$	162,5	MPa	pro přímé pruty
Součinitel:	$V_{F,fat} =$	1,00	-	
Součinitel:	$V_{s,fat} =$	1,15	-	
Dynamický součinitel:	$\phi =$	1,74	-	
Návrhová životnost mostu:	$N_{years} =$	100	let	
Sklon S-N křivky:	$k_2 =$	9	-	
Objem dopravy:	$Vol =$	1,50E+07	t/rok	
Délka pro posudek:	$L =$	5,9	m	
Rozkmit napětí od LM71:	$\Delta\sigma_{s,LM71} = M_{Ek,LM71} / (A_{s1} \cdot z) =$			108,42 / (0,00392699 · 0,277) =
	$\Delta\sigma_{s,LM71} =$	99,67	MPa	(bez α a bez ϕ)

Účinek dopravy:

$$\lambda_1(2m) = \mathbf{0,9} \quad \lambda_1(20m) = \mathbf{0,65}$$

$$\lambda_1 = \lambda_1(2m) + (\lambda_1(20m) - \lambda_1(2m)) \cdot (\log L - 0,3) =$$

$$0,9 + (0,65 - 0,9) \cdot (\log 5,9 - 0,3) = \mathbf{0,78}$$

Roční objem dopravy:

$$\lambda_2 = (Vol / (25 \cdot 10^6))^{1/k_2} = (15000000 / (25 \cdot 10^6))^{1/9} = \mathbf{0,945} \quad -$$

Životnost mostu:

$$\lambda_3 = (N_{years} / 100)^{1/k_2} = (100 / 100)^{1/9} = \mathbf{1,000} \quad -$$

Součinitel vlivu současného zatížení prvku z více kolejí:

$$\lambda_4 = \mathbf{1,000} \quad -$$

Maximální součinitel:

$$\lambda_{max} = \mathbf{1,4} \quad -$$

Opravný součinitel:

$$\lambda = \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \cdot \lambda_4 \leq \lambda_{max} \quad 0,78 \cdot 0,945 \cdot 1 \cdot 1 \leq 1,4$$

$$\lambda = \mathbf{0,737} \quad -$$

Poškozující ekvivalentní rozkmit:

$$\Delta\sigma_{s,eq} = \lambda \cdot \phi \cdot \Delta\sigma_{s,LM71} = 0,737 \cdot 1,74 \cdot 99,67 = \mathbf{127,81} \quad \text{MPa}$$

Posouzení:

$$V_{F,fat} \cdot \Delta\sigma_{s,eq} \leq \Delta\sigma_{Rsk} / V_{s,fat}$$

$$1 \cdot 127,81 \leq 162,5 / 1,15$$

$$\mathbf{127,81} \leq \mathbf{141,30}$$

Vyhovuje

Možná redukce dyn. součinitelu:

dle ČSN EN 1991-2 Příloha D.1

$$L_\phi = \mathbf{5,581} \quad \text{m}$$

$$v = \mathbf{60} \quad \text{km/h} = 16,67 \quad \text{m/s}$$

$$\phi'' = 0,56e^{(L^2/100)} = 2,30 \quad -$$

$$K_{0-20} = v/160 = 0,1042$$

$$K_{20-x} = v/(47,16 \cdot L^{0,408}) = 0,1752$$

$$K = \text{kdýž } L \leq 20 \text{ m } K_{0-20} \text{ inak } K_{20-x} = 0,1042$$

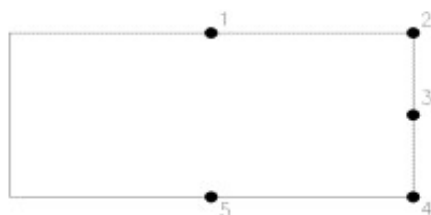
$$\phi' = K/(1-K^4) = 0,1163$$

$$\phi_{red} = 1 + 0,5 \cdot (\phi' + 0,5 \cdot \phi'') = 1,63$$

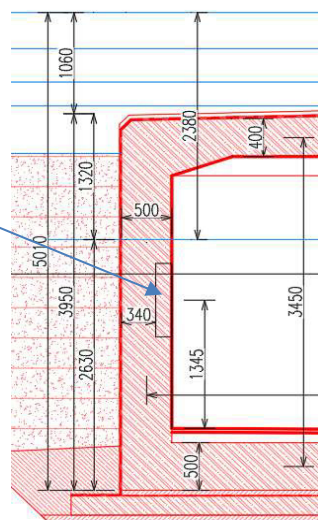
Není nutno redukovat dyn. součinitel

Tlačený beton

			M [kNm]	σ [MPa]
	$\sigma_{c,perm} =$	5,21 MPa	M_{Ed} 90,94	5,21
	$\sigma_{c,max,LM71} =$	7,98 MPa	M_{Ed} 278,51	7,98
	$\sigma_{c,min,LM71} =$	6,89 MPa	M_{Ed} 240,56	6,89
Součinitel	$k_1 =$	0,85 -		
	$t_0 =$	50 dní		
	$s =$	0,25 pro cem 42,5N		
	$f_{ck} =$	30 MPa		
	$f_{cd} =$	17 MPa		
Objem dopravy:	$Vol =$	1,50E+07 t/rok		
Návrhová životnost mostu:	$N_{years} =$	100 let		
	$\gamma_{sd} =$	1 -		
Délka pro posudek:	$L =$	6 m		
Součinitel pevnosti:				
$\beta_{cc}(t_0) = \exp(s \cdot (1 - (28/t_0)^{1/2})) =$		$\exp(0,25 \cdot (1 - (28/50)^{1/2})) =$	1,065	-
Únavová pevnost betonu:				
$f_{cd,fat} = k_1 \cdot \beta_{cc}(t_0) \cdot f_{cd} \cdot (1 - f_{ck}/250) =$		$0,85 \cdot 1,065 \cdot 17 \cdot (1 - 30/250) =$	13,54	MPa
Velikost trvalého působivého zatížení:				
$\lambda_{c,0} = 0,94 + 0,2 \cdot (\sigma_{c,perm}/f_{cd,fat}) \geq 1,00$				
$= 0,94 + 0,2 \cdot (5,21 / 13,54) \geq 1,00$				
1,017 \geq 1,00		$\lambda_{c,0} =$	1,02	
Účinek dopravy:				
$\lambda_{c,1}(2m) =$	0,7	$\lambda_{c,1}(20m) =$	0,75	
$\lambda_{c,1} = \lambda_{c,1}(2m) + (\lambda_{c,1}(20m) - \lambda_{c,1}(2m)) \cdot (\log L - 0,3) =$				
$0,7 + (0,75 - 0,7) \cdot (\log 6 - 0,3) =$			0,72	
Roční objem dopravy:				
$\lambda_{c,2,3} = 1 + 1/8 \cdot \log(Vol / 25 \cdot 10^6) + 1/8 \cdot \log(N_{years} / 100) =$				
$= 1 + 1/8 \cdot \log(15000000 / 25 \cdot 10^6) + 1/8 \cdot \log(100 / 100) =$			0,972	-
Počet kolejí:				
$\lambda_{c,4} =$	1	-	jedna kolej	
Opravný součinitel:				
$\lambda_c = \lambda_{c,0} \cdot \lambda_{c,1} \cdot \lambda_{c,2,3} \cdot \lambda_{c,4} =$		$1,017 \cdot 0,72 \cdot 0,972 \cdot 1 =$	0,71	-
Dolní napětí amplitudy:				
$\sigma_{cd,min,eq} = \sigma_{c,perm} - \lambda_c \cdot (\sigma_{c,perm} - \sigma_{c,min,LM71}) =$		$5,21 - 0,71 \cdot (5,21 - 6,89) =$	6,403	MPa
Horní napětí amplitudy:				
$\sigma_{cd,max,eq} = \sigma_{c,perm} + \lambda_c \cdot (\sigma_{c,max,LM71} - \sigma_{c,perm}) =$		$5,21 + 0,71 \cdot (7,98 - 5,21) =$	7,177	MPa
Najmenší uroveň napětí:				
$E_{cd,min,eq} = \gamma_{sd} \cdot \sigma_{cd,min,eq} / f_{cd,fat} =$		$1 \cdot 6,403 / 13,54 =$	0,473	MPa
Největší úroveň napětí:				
$E_{cd,max,eq} = \gamma_{sd} \cdot \sigma_{cd,max,eq} / f_{cd,fat} =$		$1 \cdot 7,177 / 13,54 =$	0,53	MPa
Poměr napětí:				
$R_{eq} = E_{cd,min,eq} / E_{cd,max,eq} =$		$0,473 / 0,53 =$	0,892	-
Posouzení:				
$14 \cdot (1 - E_{cd,max,eq}) / (1 - R_{eq})^{0,5} \geq 6$				
$14 \cdot (1 - 0,53) / (1 - 0,892)^{0,5} \geq 6$				
20,022 \geq 6			Vyhovuje	
Posouzení napětí:				
$\sigma_{c,max} / f_{cd,fat} \leq 0,5 + 0,45 \cdot \sigma_{c,min} / f_{cd,fat}$			$\sigma_{c,max} / f_{cd,fat} \leq 0,9$	
$7,98 / 13,54 \leq 0,5 + 0,45 \cdot 6,89 / 13,54$			$7,98 / 13,54 \leq 0,9$	
0,589 \leq 0,729			0,589 \leq 0,9	
Vyhovuje			Vyhovuje	

Posouzení bodu 3 - uzavřeno s otvorem pro monitory (posuzováno v místě horní hrany monitoru)

umístění monitoru



Návrhová životnost (let):

100

Karbonatace:

XC2

Chloridy:

XD1

Mráz (moře):

-

Mráz:

XF2

Chémie:

XA1

Křítí výztuže:

 $c_{min,1} = 40$ mm $\Delta c_{dev,1} = 10$ mm $c_{nom} = 50$ mm

Stanovení třídy konstrukce dle výše zmíněných kritérií:

S4**Průřez**

$c_{nom,h} =$	50	mm	$b =$	1000	mm	$H =$	340	mm
			$c_{nom,d} =$	50	mm	$w_{k,max} =$	0,2	mm

Materiály

Ocel:	B 500 B	Beton	C30/37
$f_{yk} =$	500 MPa	$f_{ck} =$	30 MPa
$\gamma_s =$	1,15	$\alpha_{cc} =$	0,85
$f_{yd} =$	434,78 MPa	$\gamma_c =$	1,5
$E_s =$	210000 MPa	$f_{cd} =$	17 MPa
$\epsilon_{uk} =$	5 %	$E_{cm} =$	33 GPa
$\epsilon_{ud} =$	4,5 %	$f_{ctm} =$	2,9 MPa
$\epsilon_{ud} / \epsilon_{uk} =$	0,900	$\epsilon_{c3} =$	1,75 ‰
$k =$	1,08	$\epsilon_{cu3} =$	3,5 ‰
$\epsilon_{yd} = f_{yd} / E_s =$	434,78 / 210000 =	$\lambda =$	0,8
$\alpha_e = E_s / E_{cm} =$	210000 / 33 =	$\eta =$	1
	2,07 ‰		
	6,36		

Ohybová výztuž

Horná výztuž	4	ø 25	mm	$\rho_{w,s1} =$	0,578 %
$A_{s1} =$	1963,5	mm ²			
$d_1 = c_{nom,h} + \phi t + 0,5 \cdot \phi 1 =$	50 + 8 + 0,5 · 25 =	70,5	mm		
$d = h - d_1 =$	340 - 70,5 =	269,5	mm		
$s_1 =$	250	mm			
Dolná výztuž	8	ø 25	mm	$\rho_{w,s2} =$	1,155 %
$A_{s2} =$	3926,99	mm ²			
$d_1 = c_{nom,d} + \phi t + 0,5 \cdot \phi 2 =$	50 + 8 + 0,5 · 25 =	70,5	mm		
$d = h - d_1 =$	340 - 70,5 =	269,5	mm		
$s_2 =$	125	mm			

Maximální vzdálenost prutů:

$s_{max,slab} = \min(2 \cdot h ; 300) =$	$\min(2 \cdot 340 ; 300) =$	300	mm
$s_1 \leq s_{max,slab}$	250 ≤ 300		
$s_2 \leq s_{max,slab}$	125 ≤ 300		

Vyhovuje

Vyhovuje

Minimální a maximální plocha výztuže

$$\begin{aligned}
 A_{s,min,1} &= 0,26 \cdot (f_{ctm} / f_{yk}) \cdot b \cdot d_{min} = 0,26 \cdot (2,9 / 500) \cdot 1000 \cdot 269,5 = 406,41 \text{ mm}^2 \\
 A_{s,min,2} &> 0,0013 \cdot b \cdot d_{min} = 0,0013 \cdot 1000 \cdot 269,5 = 350,35 \text{ mm}^2 \\
 A_{s,max} &= 0,04 \cdot A_c = 0,04 \cdot (1000 \cdot 340) = 13600 \text{ mm}^2 \\
 A_{s,min} &= \max(A_{s,min,1} ; A_{s,min,2}) = \max(406,41 ; 350,35) = 406,41 \text{ mm}^2 \\
 A_{s,min} &\leq A_{s1} + A_{s2} \leq A_{s,max} \\
 406,41 &\leq 5890,49 \leq 13600 \quad \text{Vyhovuje}
 \end{aligned}$$

Rozdelovací výztuž:

	8	Ø	14	mm
$A_{s,roz}$	1231,5			mm ²
$A_{s,roz,min}$	785,4			mm ²
s_{roz}	125			mm
$A_{s,roz,min}$	≤		$A_{s,roz}$	
785,4	≤		1231,5	

Vyhovuje

Maximální vzdálenost prutů:

$$\begin{aligned}
 s_{max,slab} &= \min(3 \cdot h ; 400) = \min(3 \cdot 340 ; 400) = 400 \text{ mm} \\
 s_{roz} &\leq s_{max,slab} \quad 125 \leq 400 \quad \text{Vyhovuje}
 \end{aligned}$$

Smyková výztuž výztuž

Třmínky	4	Ø	8	mm	$\alpha_{w,t}$	90	°
$s_{w,t}$	250			mm			
$A_{w,t}$	201,06			mm ²			
$A_{w,t}$	804,24			mm ² /m ²	$\rho_{w,t}$	0,08	%

Maximální vzdálenost prutů:

$$\begin{aligned}
 s_{max,slab} &= 0,75 \cdot d \cdot (1 + \cotg \alpha) = 0,75 \cdot 269,5 \cdot (1 + \cotg 90) = 202,125 \text{ mm} \\
 s_{w,t} &\leq s_{max,slab} \quad 250 \leq 202,125 \quad \text{Kontrola}
 \end{aligned}$$

Vnitřní síly na průřezu

M_{Ed}	336,75	kNm	N_{Ed}	608,2	kN	e_{MSU}	0,554	m
$M_{Ek,char}$	236,79	kNm	V_{Ed}	105,56	kN	e_{CHAR}	0,553	m
$M_{Ek,kvaz}$	147,5	kNm	$N_{Ek,kvaz}$	269,67	kN	e_{KVAZ}	0,547	m
$M_{Ek,čas}$	236,79	kNm	$M_{Ek,LM71}$	81,92	kNm	- bez α a ϕ		

Štíhlostní kritérium

L	3,44	m	Uložení: vetknutí - vetknutí			
$L_0 = \beta \cdot L$	0,5 \cdot 3,44 =	1,72	m	β	0,5	-
$I = 1/12 \cdot b \cdot h^3$	1/12 \cdot 1 \cdot 0,34^3 =	0,0033	m ⁴			
$i = \sqrt{I / A_c}$	$\sqrt{0,0033 / (1 \cdot 0,34)}$	0,099	m			
$\lambda = L_0 / i$	1,72 / 0,099 =	17,37	-			

A	0,7	-	$A_c = b \cdot h$	1 \cdot 0,34 =	0,34	mm ²
B	1,1	-				
C	0,7	-				

$$n = N_{Ed} / (A_c \cdot f_{cd}) = 608,2 / (0,34 \cdot 17000) = 0,105$$

$$\begin{aligned}
 \lambda_{lim} &= 20 \cdot A \cdot B \cdot C / \sqrt{n} \leq 75 = 20 \cdot 0,7 \cdot 1,1 \cdot 0,7 / \sqrt{0,105} \leq 75 = 33,27 \quad - \\
 \lambda &< \lambda_{lim} \quad 17,37 < 33,27
 \end{aligned}$$

Masivní prvek

Posouzení MSU - Momenty

$x = A_{s1} \cdot f_{yd} / (b \cdot \eta \cdot \lambda \cdot f_{cd}) =$	$0,00019635 \cdot 434,78 / (1 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 17) =$	0,063	m	
$\xi = x / d =$	$0,063 / 0,2695 =$	0,234	-	
$\xi_{bal,1} = \epsilon_{cu3} / (\epsilon_{cu3} + \epsilon_{yd}) =$	$= 3,5 / (3,5 + 2,07) =$	0,628	-	
	$\xi \leq \xi_{bal,1}$			
	$0,234 \leq 0,628$			Vyhovuje
$M_{Rd,1} = A_{s1} \cdot f_{yd} \cdot (d - 0,5 \cdot \lambda \cdot x) =$	$= 0,0019635 \cdot 434,78 \cdot 1000 \cdot (0,2695 - 0,5 \cdot 0,8 \cdot 0,063) =$	208,56	kNm/m	
	$M_{Ed} \leq M_{Rd}$			
	0,00 \leq 208,56			Vyhovuje
$x = A_{s2} \cdot f_{yd} / (b \cdot \eta \cdot \lambda \cdot f_{cd}) =$	$0,000392699 \cdot 434,78 / (1 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 17) =$	0,126	m	
$\xi = x / d =$	$0,126 / 0,2695 =$	0,468	-	
$\xi_{bal,1} = \epsilon_{cu3} / (\epsilon_{cu3} + \epsilon_{yd}) =$	$= 3,5 / (3,5 + 2,07) =$	0,628	-	
	$\xi \leq \xi_{bal,1}$			
	$0,468 \leq 0,628$			Vyhovuje
$M_{Rd,2} = A_{s2} \cdot f_{yd} \cdot (d - 0,5 \cdot \lambda \cdot x) =$	$= 0,00392699 \cdot 434,78 \cdot 1000 \cdot (0,2695 - 0,5 \cdot 0,8 \cdot 0,126) =$	374,09	kNm/m	
	$M_{Ed} \leq M_{Rd}$			
	336,75 \leq 374,09			Vyhovuje

Posouzení MSU - Smykové síly**Bez smykové výztuže**

$C_{Rd,c} = 0,18 / \gamma_c =$	$0,18 / 1,5 =$	0,12	-	
$k = \min(1 + (200 / d)^{0,5}; 2,0) =$	$\min(1 + (200 / 269,5)^{0,5}; 2,0) =$	1,861	-	
$\rho_1 = A_{s1} / (b \cdot d) =$	$3926,99 / (1000 \cdot 269,5) =$	0,0146	-	
$v_{min} = 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} =$	$0,035 \cdot 1,861^{3/2} \cdot 30^{1/2} =$	0,487	-	
$V_{Rd,c1} = C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} \cdot b \cdot d =$	$= (0,12 \cdot 1,861 \cdot (100 \cdot 0,0146 \cdot 30)^{1/3} \cdot 1000 \cdot 269,5) / 1000 =$	212,15	kN	
$V_{Rd,c2} = v_{min} \cdot b \cdot d =$	$0,487 \cdot 1000 \cdot 269,5 / 1000 =$	131,2465	kN	
$V_{Rd,c} = \max(V_{Rd,c1}; V_{Rd,c2}) =$	$\max(212,15; 131,2465) =$	212,15	kN	
Posouzení:	$V_{Ed} \leq V_{Rd,c}$			
	105,56 \leq 212,15			Vyhovuje

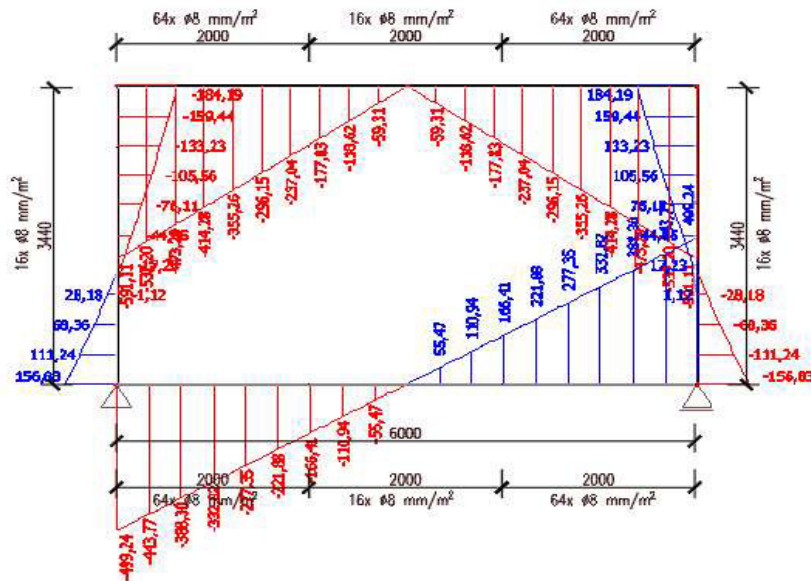
Se smykovou výztuží

Sklon tlakových diagonál:	$\theta =$	30	°	
	$1 \leq \cotg \theta \leq$	2,5		
	$1 \leq 1,732 \leq$	2,5		

Součinitel redukce únosnosti tlak. diag.:

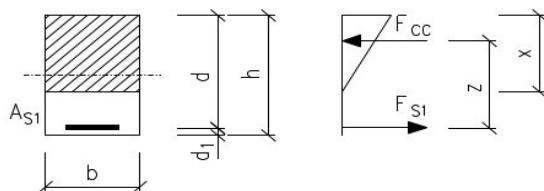
$v = 0,6 \cdot (1 - f_{ck} / 250) =$	$0,6 \cdot (1 - 30 / 250) =$	0,528	-	
Únosnost třmínků:	$z \approx 0,9 \cdot d$			
$V_{Rd,st} = A_{w,t} \cdot f_{yd} \cdot z \cdot \cotg \theta / s_{w,t} =$	$(201,06 \cdot 434,78 \cdot 242,55 \cdot 1,732 / 250) / 1000 =$	146,89	kN	
Posouzení:	$V_{Ed} \leq V_{Rd,st}$			
	105,56 \leq 146,89			Vyhovuje

Rozmístění smykové výztuže



Posouzení MSP - Omezení napětí

Charakteristická kombinace



$$x = \alpha_e / b \cdot A_{s2} \cdot (-1 + (1 + 2 \cdot b \cdot d / (\alpha_e \cdot A_{s1}))^{0,5}) =$$

$$6,36 / 1 \cdot 0,00392699 \cdot (-1 + (1 + 2 \cdot 1 \cdot 0,2695 / 6,36 \cdot 0,0019635)^{0,5}) = 0,1410 \quad \text{m}$$

$$z = d - 1/3 \cdot x = 0,2695 - 1/3 \cdot 0,141 = 0,223 \quad \text{m}$$

Omezení tlakových napětí v betone:

$$\sigma_c = M_{Ek, \text{char}} / (0,5 \cdot x \cdot b \cdot z) = 236,79 / (0,5 \cdot 0,141 \cdot 1 \cdot 0,223) / 1000 = 15,06 \quad \text{MPa}$$

$$\sigma_{c, \text{max}} = k_1 \cdot f_{ck} = k_1 = 0,6 \quad 0,6 \cdot 30 = 18,00 \quad \text{MPa}$$

$$\sigma_c \leq \sigma_{c, \text{max}} \\ 15,06 \leq 18,00$$

Vyhovuje

Omezení tahových napětí vo výztuži:

$$\sigma_s = M_{Ek, \text{char}} / (A_{s2} \cdot z) = 236,79 / (0,00392699 \cdot 0,223) = 270,4 \quad \text{MPa}$$

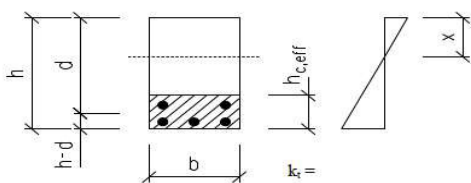
$$\sigma_{s, \text{max}} = k_3 \cdot f_{yk} = k_3 = 0,8 \quad 0,8 \cdot 500 = 400,00 \quad \text{MPa}$$

$$\sigma_s \leq \sigma_{s, \text{max}} \\ 270,40 \leq 400,00$$

Vyhovuje

Posouzení MSP - Výpočet trhlin

Kvázistálá kombinace



$$\sigma_s = M_{Ek, kvaz} / (A_{s2} \cdot z) = 147,5 / (0,00392699 \cdot 0,223) = 168,43 \text{ MPa}$$

$$h_{c,eff} = \min(2,5 \cdot (h - d) ; (h - x) / 3 ; h / 2) =$$

$$= \min(2,5 \cdot (340 - 269,5) ; (340 - 141) / 3 ; 340 / 2) = 66,33 \text{ mm}$$

$$A_{c,eff} = h_{c,eff} \cdot b = 66,33 \cdot 1000 = 66330 \text{ mm}^2$$

$$\rho_{p,eff} = A_{s1} / A_{c,eff} = 3926,99 / 66330 = 0,059$$

krátkodobé zatížení

$$k_t = 0,6$$

$$f_{ct,eff} = f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$$

$$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = 1/E_s \cdot (\sigma_s - k_t \cdot f_{ct,eff} / \rho_{p,eff} \cdot (1 + \alpha_e \cdot \rho_{p,eff})) =$$

$$= 1 / 210000 \cdot (168,43 - 0,6 \cdot 2,9 / 0,059 \cdot (1 + 6,36 \cdot 0,059)) = 0,000609$$

$$0,6 \cdot \sigma_s / E_s = 0,6 \cdot 168,43 / 210000 = 0,000481$$

$$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} \geq 0,6 \cdot \sigma_s / E_s$$

$$0,000609 \geq 0,000481$$

$$\text{Vzdálenost tažené výztuže } s_1 = 250 \text{ mm}$$

$$s = 5 \cdot (c_{nom,d} + \phi/2) = 5 \cdot (50 + 25 / 2) = 312,5 \text{ mm}$$

$$s_1 \leq s$$

$$250 \leq 313$$

Vyhovuje

$$\text{Součinitel vyjadřující vliv soudržnosti } k_1: \text{žebírková výztuž} \quad 0,8$$

$$\text{Součinitel vyjadřující vliv poměrného přetvorení po výšce průřezu } k_2:$$

$$\text{Ohyb} \quad 0,5$$

$$\text{Doporučená hodnota } k_3: \quad 3,4$$

$$\text{Doporučená hodnota } k_4: \quad 0,425$$

$$s_{r,max} = k_3 \cdot C_{nom,d} + k_1 \cdot k_2 \cdot k_4 \cdot \phi / \rho_{p,eff} =$$

$$= 3,4 \cdot 50 + 0,8 \cdot 0,5 \cdot 0,425 \cdot 25 / 0,059 = 242,03 \text{ mm}$$

$$w_k = s_{r,max} \cdot (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}) = 242,03 \cdot (0,000609) = 0,1474 \text{ mm}$$

$$w_k \leq w_{max}$$

$$0,1474 \leq 0,2000$$

Vyhovuje

Posouzení na únavu**Betonářská výztuž**

Rozkmit napětí:	$\Delta\sigma_{Rsk} =$	162,5	MPa	pro přímé pruty
Součinitel:	$V_{F,fat} =$	1,00	-	
Součinitel:	$V_{s,fat} =$	1,15	-	
Dynamický součinitel:	$\phi =$	1,74	-	
Návrhová životnost mostu:	$N_{years} =$	100	let	
Sklon S-N křivky:	$k_2 =$	9	-	
Objem dopravy:	$Vol =$	1,50E+07	t/rok	
Délka pro posudek:	$L =$	5,9	m	
Rozkmit napětí od LM71:	$\Delta\sigma_{s,LM71} = M_{Ek,LM71} / (A_{s2} \cdot z) =$			81,92 / (0,00392699 · 0,223) =
	$\Delta\sigma_{s,LM71} =$	93,55	MPa	(bez α a bez ϕ)

Účinek dopravy:

$$\lambda_1(2m) = \mathbf{0,9} \quad \lambda_1(20m) = \mathbf{0,65}$$

$$\lambda_1 = \lambda_1(2m) + (\lambda_1(20m) - \lambda_1(2m)) \cdot (\log L - 0,3) =$$

$$0,9 + (0,65 - 0,9) \cdot (\log 5,9 - 0,3) = \mathbf{0,78}$$

Roční objem dopravy:

$$\lambda_2 = (Vol / (25 \cdot 10^6))^{(1/k_2)} = (15000000 / (25 \cdot 10^6))^{(1/9)} = \mathbf{0,945} \quad -$$

Životnost mostu:

$$\lambda_3 = (N_{years} / 100)^{(1/k_2)} = (100 / 100)^{(1/9)} = \mathbf{1,000} \quad -$$

Součinitel vlivu současného zatížení prvku z více kolejí:

$$\lambda_4 = \mathbf{1,000} \quad -$$

Maximální součinitel:

$$\lambda_{max} = \mathbf{1,4} \quad -$$

Opravný součinitel:

$$\lambda = \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \cdot \lambda_4 \leq \lambda_{max} \quad 0,78 \cdot 0,945 \cdot 1 \cdot 1 \leq \mathbf{1,4}$$

$$\lambda = \mathbf{0,737} \quad -$$

Poškozující ekvivalentní rozkmit:

$$\Delta\sigma_{s,eq} = \lambda \cdot \phi \cdot \Delta\sigma_{s,LM71} = 0,737 \cdot 1,74 \cdot 93,55 = \mathbf{119,97} \quad \text{MPa}$$

Posouzení:

$$V_{F,fat} \cdot \Delta\sigma_{s,eq} \leq \Delta\sigma_{Rsk} / V_{s,fat}$$

$$\mathbf{1 \cdot 119,97 \leq 162,5 / 1,15}$$

$$\mathbf{119,97 \leq 141,30}$$

Vyhovuje

Možná redukce dyn. součinitelu:

dle ČSN EN 1991-2 Příloha D.1

$$L_\phi = \mathbf{5,581} \quad \text{m}$$

$$v = \mathbf{60} \quad \text{km/h} = \mathbf{16,67} \quad \text{m/s}$$

$$\phi'' = 0,56e^{(L^2/100)} = \mathbf{2,30} \quad -$$

$$K_{0-20} = v/160 = \mathbf{0,1042}$$

$$K_{20-x} = v/(47,16 \cdot L^{0,408}) = \mathbf{0,1752}$$

$$K = \text{kdýž } L \leq 20 \text{ m } K_{0-20} \text{ inak } K_{20-x} = \mathbf{0,1042}$$

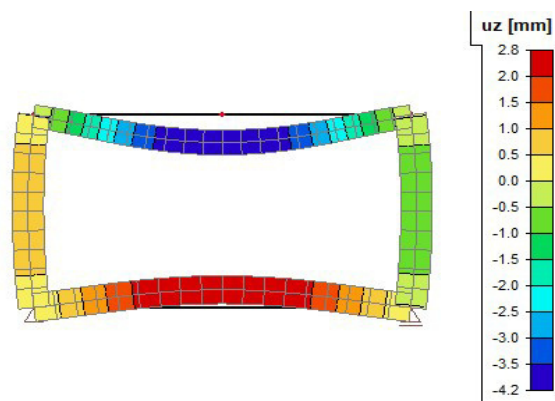
$$\phi' = K/(1-K^4) = \mathbf{0,1163}$$

$$\phi_{red} = 1 + 0,5 \cdot (\phi' + 0,5 \cdot \phi'') = \mathbf{1,63}$$

Není nutno redukovat dyn. součinitel

Tlačený beton

			M [kNm]	σ [MPa]
	$\sigma_{c,perm} =$	4,67 MPa	M_{Ed} 65,59	4,67
	$\sigma_{c,max,LM71} =$	7,38 MPa	M_{Ed} 207,30	7,38
	$\sigma_{c,min,LM71} =$	6,36 MPa	M_{Ed} 178,63	6,36
Součinitel	$k_1 =$	0,85 -		
	$t_0 =$	50 dní		
	$s =$	0,25 pro cem 42,5N		
	$f_{ck} =$	30 MPa		
	$f_{cd} =$	17 MPa		
Objem dopravy:	$Vol =$	1,50E+07 t/rok		
Návrhová životnost mostu:	$N_{years} =$	100 let		
	$\gamma_{sd} =$	1 -		
Délka pro posudek:	$L =$	5,9 m		
Součinitel pevnosti:				
$\beta_{cc}(t_0) = \exp(s \cdot (1 - (28/t_0)^{1/2})) =$		$\exp(0,25 \cdot (1 - (28/50)^{1/2})) =$	1,065	-
Únavová pevnost betonu:				
$f_{cd,fat} = k_1 \cdot \beta_{cc}(t_0) \cdot f_{cd} \cdot (1 - f_{ck}/250) =$		$0,85 \cdot 1,065 \cdot 17 \cdot (1 - 30/250) =$	13,54	MPa
Pliv trvale působivého zatížení:				
$\lambda_{c,0} = 0,94 + 0,2 \cdot (\sigma_{c,perm}/f_{cd,fat}) \geq 1,00$				
$= 0,94 + 0,2 \cdot (4,67 / 13,54) \geq 1,00$				
1,009 \geq 1,00		$\lambda_{c,0} =$	1,01	
Účinek dopravy:				
$\lambda_{c,1}(2m) =$	0,7	$\lambda_{c,1}(20m) =$	0,75	
$\lambda_{c,1} = \lambda_{c,1}(2m) + (\lambda_{c,1}(20m) - \lambda_{c,1}(2m)) \cdot (\log L - 0,3) =$				
$0,7 + (0,75 - 0,7) \cdot (\log 5,9 - 0,3) =$			0,72	
Roční objem dopravy:				
$\lambda_{c,2,3} = 1 + 1/8 \cdot \log(Vol / 25 \cdot 10^6) + 1/8 \cdot \log(N_{years} / 100) =$				
$= 1 + 1/8 \cdot \log(15000000 / 25 \cdot 10^6) + 1/8 \cdot \log(100 / 100) =$			0,972	-
Počet kolejí:				
$\lambda_{c,4} =$	1	-	jedna kolej	
Opravný součinitel:				
$\lambda_c = \lambda_{c,0} \cdot \lambda_{c,1} \cdot \lambda_{c,2,3} \cdot \lambda_{c,4} =$		$1,009 \cdot 0,72 \cdot 0,972 \cdot 1 =$	0,71	-
Dolní napětí amplitudy:		$\sigma_{cd,min,eq} = \sigma_{c,perm} - \lambda_c \cdot (\sigma_{c,perm} - \sigma_{c,min,LM71}) =$		
		$4,67 - 0,71 \cdot (4,67 - 6,36) =$	5,87	MPa
Horní napětí amplitudy:		$\sigma_{cd,max,eq} = \sigma_{c,perm} + \lambda_c \cdot (\sigma_{c,max,LM71} - \sigma_{c,perm}) =$		
		$4,67 + 0,71 \cdot (7,38 - 4,67) =$	6,594	MPa
Najmenší uroveň napětí:		$E_{cd,min,eq} = \gamma_{sd} \cdot \sigma_{cd,min,eq} / f_{cd,fat} =$		
		$1 \cdot 5,87 / 13,54 =$	0,434	MPa
Největší úroveň napětí:		$E_{cd,max,eq} = \gamma_{sd} \cdot \sigma_{cd,max,eq} / f_{cd,fat} =$		
		$1 \cdot 6,594 / 13,54 =$	0,487	MPa
Poměr napětí:		$R_{equ} = E_{cd,min,eq} / E_{cd,max,eq} =$		
		$0,434 / 0,487 =$	0,891	-
Posouzení:		$14 \cdot (1 - E_{cd,max,eq}) / (1 - R_{equ})^{0,5} \geq 6$		
		$14 \cdot (1 - 0,487) / (1 - 0,891)^{0,5} \geq 6$		
		21,754 \geq 6		Vyhovuje
Posouzení napětí:				
$\sigma_{c,max} / f_{cd,fat} \leq 0,5 + 0,45 \cdot \sigma_{c,min} / f_{cd,fat}$			$\sigma_{c,max} / f_{cd,fat} \leq 0,9$	
$7,38 / 13,54 \leq 0,5 + 0,45 \cdot 6,36 / 13,54$			$7,38 / 13,54 \leq 0,9$	
0,545 \leq 0,711			0,545 \leq 0,9	
Vyhovuje			Vyhovuje	

Mezní stav použitelnosti - maximální průhyb konstrukce**Mezní dovolený průhyb:**

Délka posuzovaného prvku: $L = 3440$ mm

Maximální dovolený průhyb: $L / 600$

Hodnota limitního průhybu: $\delta_{lim} = L / 600$
 $= 3440 / 600 = 5,73$ mm

Maximální mezní průhyb od charakteristické kombinace (program Scia)

$\delta = 1,5$ mm

Posudek: $\delta / \delta_{lim} \leq 1,00$

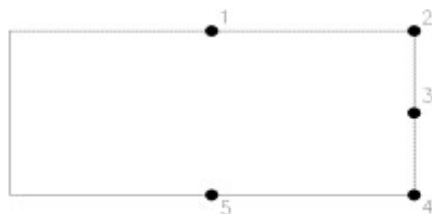
$1,5 / 5,73 \leq 1,00$

$0,2616 \leq 1,00$

Využití (%): **26,16**

Vyhovuje

Posouzení bodu 4



Návrhová životnost (let):	100	Křítí výztuže:	$c_{min,1} =$	40	mm
Karbonatace:	XC2		$\Delta c_{dev,1} =$	10	mm
Chloridy:	XD1		$c_{nom} =$	50	mm
Mráz (moře):	-				
Mráz:	XF2				
Chémie:	XA1				
Stanovení třídy konstrukce dle výše zmíněných kritérií:		S4			

Průřez

$c_{nom,h} =$	50	mm	$b =$	1000	mm	$H =$	500	mm
			$c_{nom,d} =$	50	mm	$w_{k,max} =$	0,2	mm

Materiály

Ocel:	B	500	B	Beton	C30/37
$f_{yk} =$	500	MPa		$f_{ck} =$	30 MPa
$\gamma_s =$	1,15	-		$\alpha_{cc} =$	0,85 -
$f_{yd} =$	434,78	MPa		$\gamma_c =$	1,5 -
$E_s =$	210000	MPa		$f_{cd} =$	17 MPa
$\epsilon_{uk} =$	5	%		$E_{cm} =$	33 GPa
$\epsilon_{ud} =$	4,5	%		$f_{ctm} =$	2,9 MPa
$\epsilon_{ud} / \epsilon_{uk} =$	0,900	-		$\epsilon_{c3} =$	1,75 ‰
$k =$	1,08	-		$\epsilon_{cu3} =$	3,5 ‰
$\epsilon_{yd} = f_{yd} / E_s =$	434,78 / 210000 =	2,07 ‰		$\lambda =$	0,8 -
$\alpha_e = E_s / E_{cm} =$	210000 / 33 =	6,36		$\eta =$	1 -

Ohybová výztuž

Horná výztuž	8	\emptyset	25	mm	$\rho_{w,s1} =$	0,785 %
$A_{s1} =$	3926,99	mm ²				
$d_1 = c_{nom,h} + \emptyset t + 0,5 \cdot \emptyset 1 =$	50 + 8 + 0,5 . 25=	70,5	mm			
$d = h - d_1 =$	500 - 70,5 =	429,5	mm			
$s_1 =$	125	mm				
Dolná výztuž	4	\emptyset	25	mm	$\rho_{w,s2} =$	0,393 %
$A_{s2} =$	1963,5	mm ²				
$d_1 = c_{nom,d} + \emptyset t + 0,5 \cdot \emptyset 2 =$	50 + 8 + 0,5 . 25=	70,5	mm			
$d = h - d_1 =$	500 - 70,5 =	429,5	mm			
$s_2 =$	250	mm				

Maximální vzdálenost prutů:

$s_{max,slab} = \min(2 \cdot h ; 300) =$	$\min(2 \cdot 500 ; 300) =$	300	mm	
$s_1 \leq s_{max,slab}$	125 ≤ 300			Vyhovuje
$s_2 \leq s_{max,slab}$	250 ≤ 300			Vyhovuje

Minimální a maximální plocha výztuže

$$\begin{aligned}
 A_{s,min,1} &= 0,26 \cdot (f_{ctm} / f_{yk}) \cdot b \cdot d_{min} = 0,26 \cdot (2,9 / 500) \cdot 1000 \cdot 429,5 = 647,69 \text{ mm}^2 \\
 A_{s,min,2} &> 0,0013 \cdot b \cdot d_{min} = 0,0013 \cdot 1000 \cdot 429,5 = 558,35 \text{ mm}^2 \\
 A_{s,max} &= 0,04 \cdot A_c = 0,04 \cdot (1000 \cdot 500) = 20000 \text{ mm}^2 \\
 A_{s,min} &= \max(A_{s,min,1} ; A_{s,min,2}) = \max(647,69 ; 558,35) = 647,69 \text{ mm}^2 \\
 A_{s,min} &\leq A_{s1} + A_{s2} \leq A_{s,max} \\
 647,69 &\leq 5890,49 \leq 20000 \quad \text{Vyhovuje}
 \end{aligned}$$

Rozdelovací výztuž:

	8	Ø	14	mm
$A_{s,roz}$	1231,5			mm ²
$A_{s,roz,min}$	785,4			mm ²
s_{roz}	125			mm
$A_{s,roz,min}$	≤		$A_{s,roz}$	
785,4	≤		1231,5	

Vyhovuje

Maximální vzdálenost prutů:

$$\begin{aligned}
 s_{max,slab} &= \min(3 \cdot h ; 400) = \min(3 \cdot 500 ; 400) = 400 \text{ mm} \\
 s_{roz} &\leq s_{max,slab} \quad 125 \leq 400 \quad \text{Vyhovuje}
 \end{aligned}$$

Smyková výztuž výztuž

Třmínky	8	Ø	8	mm	$\alpha_{w,t}$	90	°
$s_{w,t}$	125			mm			
$A_{w,t}$	402,12			mm ²			
$A_{w,t}$	3216,96			mm ² /m ²	$\rho_{w,t}$	0,32	%

Maximální vzdálenost prutů:

$$\begin{aligned}
 s_{max,slab} &= 0,75 \cdot d \cdot (1 + \cotg \alpha) = 0,75 \cdot 429,5 \cdot (1 + \cotg 90) = 322,125 \text{ mm} \\
 s_{w,t} &\leq s_{max,slab} \quad 125 \leq 322,125 \quad \text{Vyhovuje}
 \end{aligned}$$

Vnitřní síly na průřezu

$M_{Ed} =$	340,02	kNm	$N_{Ed} =$	648,06	kN	$e_{MSU} =$	0,525	m
$M_{Ek,char} =$	236,73	kNm	$V_{Ed} =$	499,24	kN	$e_{CHAR} =$	0,517	m
$M_{Ek,kvaz} =$	129,9	kNm	$N_{Ek,kvaz} =$	299,2	kN	$e_{KVAZ} =$	0,434	m
$M_{Ek,čas} =$	236,73	kNm	$M_{Ek,LM71} =$	98,01	kNm	- bez α a ϕ		

Štíhlostní kritérium

$L =$	6	m	Uložení: vetknutí - vetknutí			
$L_0 = \beta \cdot L =$	0,5 \cdot 6 =	3	m	$\beta =$	0,5	-
$I = 1/12 \cdot b \cdot h^3 =$	1/12 \cdot 1 \cdot 0,5^3 =	0,0104	m ⁴			
$i = \sqrt{I / A_c} =$	$\sqrt{0,0104 / (1 \cdot 0,5)} =$	0,144	m			
$\lambda = L_0 / i =$	3 / 0,144 =	20,83	-			

$A =$	0,7	-	$A_c = b \cdot h$	1 \cdot 0,5 =	0,5	mm ²
$B =$	1,1	-				
$C =$	0,7	-				

$$n = N_{Ed} / (A_c \cdot f_{cd}) = 648,06 / (0,5 \cdot 17000) = 0,076$$

$$\begin{aligned}
 \lambda_{lim} &= 20 \cdot A \cdot B \cdot C / \sqrt{n} \leq 75 = 20 \cdot 0,7 \cdot 1,1 \cdot 0,7 / \sqrt{0,076} \leq 75 = 39,1 \quad - \\
 \lambda &< \lambda_{lim} \quad 20,83 < 39,1 \quad \text{Masivní prvek}
 \end{aligned}$$

Posouzení MSU - Momenty

$$x = A_{s1} \cdot f_{yd} / (b \cdot \eta \cdot \lambda \cdot f_{cd}) = 0,000392699 \cdot 434,78 / (1 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 17) = 0,126 \quad \text{m}$$

$$\xi = x / d = 0,126 / 0,4295 = 0,293 \quad -$$

$$\xi_{bal,1} = \varepsilon_{cu3} / (\varepsilon_{cu3} + \varepsilon_{yd}) = 3,5 / (3,5 + 2,07) = 0,628 \quad -$$

$$\xi \leq \xi_{bal,1}$$

$$0,293 \leq 0,628 \quad \text{Vyhovuje}$$

$$M_{Rd,1} = A_{s1} \cdot f_{yd} \cdot (d - 0,5 \cdot \lambda \cdot x) = 0,00392699 \cdot 434,78 \cdot 1000 \cdot (0,4295 - 0,5 \cdot 0,8 \cdot 0,126) = 647,27 \quad \text{kNm/m}$$

$$M_{Ed} \leq M_{Rd}$$

$$340,02 \leq 647,27 \quad \text{Vyhovuje}$$

$$x = A_{s2} \cdot f_{yd} / (b \cdot \eta \cdot \lambda \cdot f_{cd}) = 0,00019635 \cdot 434,78 / (1 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 17) = 0,063 \quad \text{m}$$

$$\xi = x / d = 0,063 / 0,4295 = 0,147 \quad -$$

$$\xi_{bal,1} = \varepsilon_{cu3} / (\varepsilon_{cu3} + \varepsilon_{yd}) = 3,5 / (3,5 + 2,07) = 0,628 \quad -$$

$$\xi \leq \xi_{bal,1}$$

$$0,147 \leq 0,628 \quad \text{Vyhovuje}$$

$$M_{Rd,2} = A_{s2} \cdot f_{yd} \cdot (d - 0,5 \cdot \lambda \cdot x) = 0,0019635 \cdot 434,78 \cdot 1000 \cdot (0,4295 - 0,5 \cdot 0,8 \cdot 0,063) = 345,15 \quad \text{kNm/m}$$

$$M_{Ed} \leq M_{Rd}$$

$$0,00 \leq 345,15 \quad \text{Vyhovuje}$$

Posouzení MSU - Smykové síly**Bez smykové výztuže**

$$C_{Rd,c} = 0,18 / \gamma_c = 0,18 / 1,5 = 0,12 \quad -$$

$$k = \min(1 + (200 / d)^{0,5}; 2,0) = \min(1 + (200 / 429,5)^{0,5}; 2,0) = 1,682 \quad -$$

$$\rho_1 = A_{s1} / (b \cdot d) = 3926,99 / (1000 \cdot 429,5) = 0,0091 \quad -$$

$$v_{min} = 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 0,035 \cdot 1,682^{3/2} \cdot 30^{1/2} = 0,418 \quad -$$

$$V_{Rd,c1} = C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} \cdot b \cdot d = (0,12 \cdot 1,682 \cdot (100 \cdot 0,0091 \cdot 30)^{1/3} \cdot 1000 \cdot 429,5) / 1000 = 261,03 \quad \text{kN}$$

$$V_{Rd,c2} = v_{min} \cdot b \cdot d = 0,418 \cdot 1000 \cdot 429,5 / 1000 = 179,531 \quad \text{kN}$$

$$V_{Rd,c} = \max(V_{Rd,c1}; V_{Rd,c2}) = \max(261,03; 179,531) = 261,03 \quad \text{kN}$$

$$\text{Posouzení: } V_{Ed} \leq V_{Rd,c}$$

$$499,24 \leq 261,03 \quad \text{Kontrola}$$

Se smykovou výztuží

Sklon tlakových diagonál: $\theta = 30^\circ$

$$1 \leq \cotg \theta \leq 2,5$$

$$1 \leq 1,732 \leq 2,5$$

Součinitel redukce únosnosti tlak. diag.:

$$v = 0,6 \cdot (1 - f_{ck} / 250) = 0,6 \cdot (1 - 30 / 250) = 0,528 \quad -$$

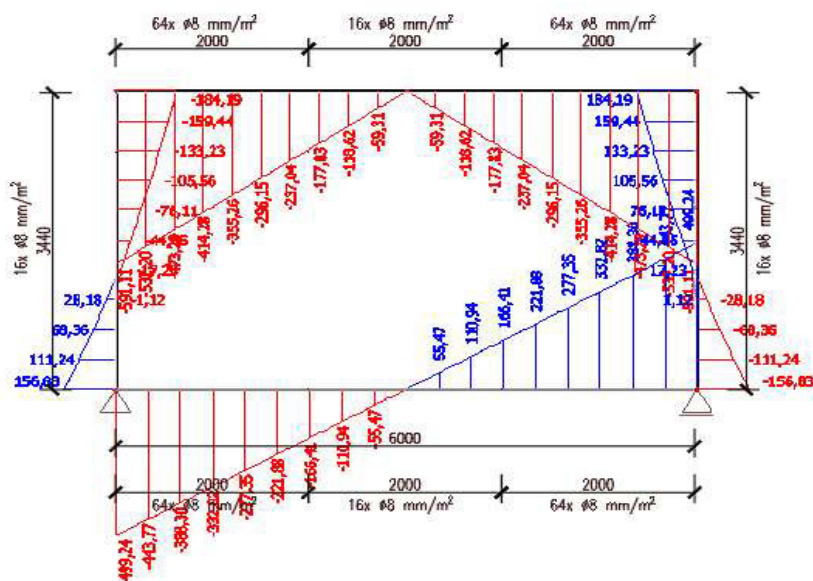
Únosnost třmínků: $z \approx 0,9 \cdot d$

$$V_{Rd,st} = A_{w,t} \cdot f_{yd} \cdot z \cdot \cotg \theta / s_{w,t} = (402,12 \cdot 434,78 \cdot 386,55 \cdot 1,732 / 125) / 1000 = 936,42 \quad \text{kN}$$

$$\text{Posouzení: } V_{Ed} \leq V_{Rd,st}$$

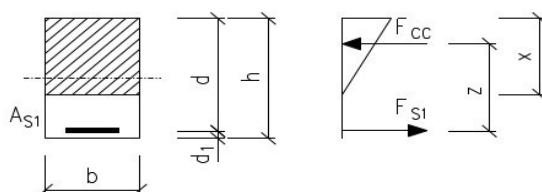
$$499,24 \leq 936,42 \quad \text{Vyhovuje}$$

Rozmístnění smykové výztuže



Posouzení MSP - Omezení napětí

Charakteristická kombinace



$$x = \alpha_e / b \cdot A_{s1} \cdot (-1 + (1 + 2 \cdot b \cdot d / (\alpha_e \cdot A_{s2}))^{0,5}) = 6,36 / 1 \cdot 0,00392699 \cdot (-1 + (1 + 2 \cdot 1 \cdot 0,4295 / 6,36 \cdot 0,0019635)^{0,5}) = 0,1837 \text{ m}$$

$$z = d - 1/3 \cdot x = 0,4295 - 1/3 \cdot 0,1837 = 0,368 \text{ m}$$

Omezení tlakových napětí v betone:

$$\sigma_c = M_{E_k, char} / (0,5 \cdot x \cdot b \cdot z) = 236,73 / (0,5 \cdot 0,1837 \cdot 1 \cdot 0,368) / 1000 = 7 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,max} = k_1 \cdot f_{ck} = \quad k_1 = \quad \mathbf{0,6} \quad \quad 0,6 \cdot 30 = \quad \mathbf{18,00} \quad \text{MPa}$$

$$\sigma_c \leq \sigma_{c,\max}$$

$$7,00 \leq 18,00$$

Vyhovuje

Omezení tahových napětí vo výztuži:

$$\sigma_s = M_{E_k, char} / (A_{s1} \cdot z) = 236,73 / (0,00392699 \cdot 0,368) = 163,81 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{s, \max} = k_3 \cdot f_{yk} = \quad k_3 = \quad \mathbf{0,8} \quad 0,8 \cdot 500 = \quad 400,00 \quad \text{MPa}$$

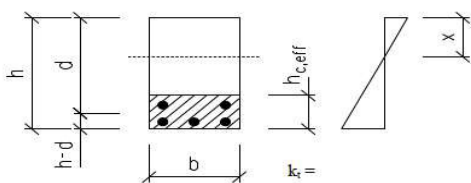
$$\sigma_s \leq \sigma_{s,\max}$$

$$163,81 \leq 400,00$$

Vyhovuje

Posouzení MSP - Výpočet trhlin

Kvázistálá kombinace



$$\sigma_s = M_{Ek, kvaz} / (A_{s1} \cdot z) = 129,9 / (0,00392699 \cdot 0,368) = 89,89 \text{ MPa}$$

$$h_{c,eff} = \min(2,5 \cdot (h - d) ; (h - x) / 3 ; h / 2) =$$

$$= \min(2,5 \cdot (500 - 429,5) ; (500 - 183,7) / 3 ; 500 / 2) = 105,43 \text{ mm}$$

$$A_{c,eff} = h_{c,eff} \cdot b = 105,43 \cdot 1000 = 105430 \text{ mm}^2$$

$$\rho_{p,eff} = A_{s1} / A_{c,eff} = 3926,99 / 105430 = 0,037$$

krátkodobé zatížení

$$k_t = 0,6$$

$$f_{ct,eff} = f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$$

$$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = 1/E_s \cdot (\sigma_s - k_t \cdot f_{ct,eff} / \rho_{p,eff} \cdot (1 + \alpha_e \cdot \rho_{p,eff})) =$$

$$= 1 / 210000 \cdot (89,89 - 0,6 \cdot 2,9 / 0,037 \cdot (1 + 6,36 \cdot 0,037)) = 0,000151$$

$$0,6 \cdot \sigma_s / E_s = 0,6 \cdot 89,89 / 210000 = 0,000257$$

$$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} \geq 0,6 \cdot \sigma_s / E_s$$

$$0,000151 \geq 0,000257$$

$$\text{Vzdálenost tažené výztuže } s_1 = 125 \text{ mm}$$

$$s = 5 \cdot (c_{nom,d} + \phi / 2) = 5 \cdot (50 + 25 / 2) = 312,5 \text{ mm}$$

$$s_1 \leq s$$

$$125 \leq 313$$

Vyhovuje

$$\text{Součinitel vyjadřující vliv soudržnosti } k_1: \text{žebírková výztuž} \quad 0,8$$

$$\text{Součinitel vyjadřující vliv poměrného přetvorení po výšce průřezu } k_2:$$

$$\text{Ohyb} \quad 0,5$$

$$\text{Doporučená hodnota } k_3: \quad 3,4$$

$$\text{Doporučená hodnota } k_4: \quad 0,425$$

$$s_{r,max} = k_3 \cdot C_{nom,d} + k_1 \cdot k_2 \cdot k_4 \cdot \phi / \rho_{p,eff} =$$

$$= 3,4 \cdot 50 + 0,8 \cdot 0,5 \cdot 0,425 \cdot 25 / 0,037 = 284,86 \text{ mm}$$

$$w_k = s_{r,max} \cdot (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}) = 284,86 \cdot (0,000257) = 0,0732 \text{ mm}$$

$$w_k \leq w_{max}$$

$$0,0732 \leq 0,2000$$

Vyhovuje

Posouzení na únavu**Betonářská výztuž**

Rozkmit napětí:	$\Delta\sigma_{Rsk} =$	162,5	MPa	pro přímé pruty
Součinitel:	$V_{F,fat} =$	1,00	-	
Součinitel:	$V_{s,fat} =$	1,15	-	
Dynamický součinitel:	$\phi =$	1,74	-	
Návrhová životnost mostu:	$N_{years} =$	100	let	
Sklon S-N křivky:	$k_2 =$	9	-	
Objem dopravy:	$Vol =$	1,50E+07	t/rok	
Délka pro posudek:	$L =$	5,9	m	
Rozkmit napětí od LM71:	$\Delta\sigma_{s,LM71} = M_{Ek,LM71} / (A_{s1} \cdot z) =$			98,01 / (0,00392699 · 0,368) =
	$\Delta\sigma_{s,LM71} =$	67,82	MPa	(bez α a bez ϕ)

Účinek dopravy:

$$\lambda_1(2m) = \mathbf{0,9} \quad \lambda_1(20m) = \mathbf{0,65}$$

$$\lambda_1 = \lambda_1(2m) + (\lambda_1(20m) - \lambda_1(2m)) \cdot (\log L - 0,3) =$$

$$0,9 + (0,65 - 0,9) \cdot (\log 5,9 - 0,3) = \mathbf{0,78}$$

Roční objem dopravy:

$$\lambda_2 = (Vol / (25 \cdot 10^6))^{(1/k_2)} = (15000000 / (25 \cdot 10^6))^{(1/9)} = \mathbf{0,945} \quad -$$

Životnost mostu:

$$\lambda_3 = (N_{years} / 100)^{(1/k_2)} = (100 / 100)^{(1/9)} = \mathbf{1,000} \quad -$$

Součinitel vlivu současného zatížení prvku z více kolejí:

$$\lambda_4 = \mathbf{1,000} \quad -$$

Maximální součinitel:

$$\lambda_{max} = \mathbf{1,4} \quad -$$

Opravný součinitel:

$$\lambda = \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \cdot \lambda_4 \leq \lambda_{max} \quad 0,78 \cdot 0,945 \cdot 1 \cdot 1 \leq 1,4$$

$$\lambda = \mathbf{0,737} \quad -$$

Poškozující ekvivalentní rozkmit:

$$\Delta\sigma_{s,eq} = \lambda \cdot \phi \cdot \Delta\sigma_{s,LM71} = 0,737 \cdot 1,74 \cdot 67,82 = \mathbf{86,97} \quad \text{MPa}$$

Posouzení:

$$V_{F,fat} \cdot \Delta\sigma_{s,eq} \leq \Delta\sigma_{Rsk} / V_{s,fat}$$

$$1 \cdot 86,97 \leq 162,5 / 1,15$$

$$\mathbf{86,97} \leq \mathbf{141,30}$$

Vyhovuje

Možná redukce dyn. součinitelu:

dle ČSN EN 1991-2 Příloha D.1

$$L_\phi = \mathbf{5,581} \quad \text{m}$$

$$v = \mathbf{60} \quad \text{km/h} = 16,67 \quad \text{m/s}$$

$$\phi'' = 0,56e^{(L^2/100)} = 2,30 \quad -$$

$$K_{0-20} = v/160 = 0,1042$$

$$K_{20-x} = v/(47,16 \cdot L^{0,408}) = 0,1752$$

$$K = \text{kdýž } L \leq 20 \text{ m } K_{0-20} \text{ inak } K_{20-x} = 0,1042$$

$$\phi' = K/(1-K^4) = 0,1163$$

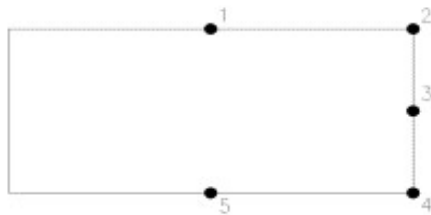
$$\phi_{red} = 1 + 0,5 \cdot (\phi' + 0,5 \cdot \phi'') = 1,63$$

Není nutno redukovat dyn. součinitel

Tlačený beton

			M [kNm]	σ [MPa]
	$\sigma_{c,perm} =$	1,38 MPa	M_{Ed} 31,89	1,38
	$\sigma_{c,max,LM71} =$	4,34 MPa	M_{Ed} 201,44	4,34
	$\sigma_{c,min,LM71} =$	3,60 MPa	M_{Ed} 167,14	3,60
Součinitel	$k_1 =$	0,85 -		
	$t_0 =$	50 dní		
	$s =$	0,25 pro cem 42,5N		
	$f_{ck} =$	30 MPa		
	$f_{cd} =$	17 MPa		
Objem dopravy:	$Vol =$	1,50E+07 t/rok		
Návrhová životnost mostu:	$N_{years} =$	100 let		
	$V_{sd} =$	1 -		
Délka pro posudek:	$L =$	5,9 m		
Součinitel pevnosti:				
$\beta_{cc}(t_0) = \exp(s \cdot (1 - (28/t_0)^{1/2})) =$		$\exp(0,25 \cdot (1 - (28/50)^{1/2})) =$	1,065	-
Únavová pevnost betonu:				
$f_{cd,fat} = k_1 \cdot \beta_{cc}(t_0) \cdot f_{cd} \cdot (1 - f_{ck}/250) =$		$0,85 \cdot 1,065 \cdot 17 \cdot (1 - 30/250) =$	13,54	MPa
Velikost trvalého působivého zatížení:				
$\lambda_{c,0} = 0,94 + 0,2 \cdot (\sigma_{c,perm}/f_{cd,fat}) \geq 1,00$				
$= 0,94 + 0,2 \cdot (1,38 / 13,54) \geq 1,00$				
0,96 \geq 1,00		$\lambda_{c,0} =$	1,00	
Účinek dopravy:				
$\lambda_{c,1}(2m) =$	0,7	$\lambda_{c,1}(20m) =$	0,75	
$\lambda_{c,1} = \lambda_{c,1}(2m) + (\lambda_{c,1}(20m) - \lambda_{c,1}(2m)) \cdot (\log L - 0,3) =$				
$0,7 + (0,75 - 0,7) \cdot (\log 5,9 - 0,3) =$			0,72	
Roční objem dopravy:				
$\lambda_{c,2,3} = 1 + 1/8 \cdot \log(Vol / 25 \cdot 10^6) + 1/8 \cdot \log(N_{years} / 100) =$				
$= 1 + 1/8 \cdot \log(15000000 / 25 \cdot 10^6) + 1/8 \cdot \log(100 / 100) =$			0,972	-
Počet kolejí:				
$\lambda_{c,4} =$	1	-	jedna kolej	
Opravný součinitel:				
$\lambda_c = \lambda_{c,0} \cdot \lambda_{c,1} \cdot \lambda_{c,2,3} \cdot \lambda_{c,4} =$		$1 \cdot 0,72 \cdot 0,972 \cdot 1 =$	0,7	-
Dolní napětí amplitudy:				
$\sigma_{cd,min,eq} = \sigma_{c,perm} - \lambda_c \cdot (\sigma_{c,perm} - \sigma_{c,min,LM71}) =$		$1,38 - 0,7 \cdot (1,38 - 3,6) =$	2,934	MPa
Horní napětí amplitudy:				
$\sigma_{cd,max,eq} = \sigma_{c,perm} + \lambda_c \cdot (\sigma_{c,max,LM71} - \sigma_{c,perm}) =$		$1,38 + 0,7 \cdot (4,34 - 1,38) =$	3,452	MPa
Najmenší uroveň napětí:				
$E_{cd,min,eq} = V_{sd} \cdot \sigma_{cd,min,eq} / f_{cd,fat} =$		$1 \cdot 2,934 / 13,54 =$	0,217	MPa
Největší úroveň napětí:				
$E_{cd,max,eq} = V_{sd} \cdot \sigma_{cd,max,eq} / f_{cd,fat} =$		$1 \cdot 3,452 / 13,54 =$	0,255	MPa
Poměr napětí:				
$R_{equ} = E_{cd,min,eq} / E_{cd,max,eq} =$		$0,217 / 0,255 =$	0,851	-
Posouzení:				
$14 \cdot (1 - E_{cd,max,eq}) / (1 - R_{equ})^{0,5} \geq 6$				
$14 \cdot (1 - 0,255) / (1 - 0,851)^{0,5} \geq 6$				
27,02 \geq 6			Vyhovuje	
Posouzení napětí:				
$\sigma_{c,max} / f_{cd,fat} \leq 0,5 + 0,45 \cdot \sigma_{c,min} / f_{cd,fat}$			$\sigma_{c,max} / f_{cd,fat} \leq 0,9$	
$4,34 / 13,54 \leq 0,5 + 0,45 \cdot 3,6 / 13,54$			$4,34 / 13,54 \leq 0,9$	
0,321 \leq 0,62			0,321 \leq 0,9	
Vyhovuje			Vyhovuje	

Posouzení bodu 5



Návrhová životnost (let):

100

Křítí výztuže:

 $c_{min,1} = 40$ mm

Karbonatace:

XC2

 $\Delta c_{dev,1} = 10$ mm

Chloridy:

XD1

 $c_{nom} = 50$ mm

Mráz (moře):

-

Mráz:

XF2

Chémie:

XA1

Stanovení třídy konstrukce dle výše zmíněných kritérií:

S4

Průřez

 $c_{nom,h} = 50$ mm $b = 1000$ mm $H = 500$ mm $c_{nom,d} = 50$ mm $w_{k,max} = 0,2$ mm

Materiály

Ocel:

B 500 B

Beton

C30/37

 $f_{yk} = 500$ MPa $f_{ck} = 30$ MPa $\gamma_s = 1,15$ - $\alpha_{cc} = 0,85$ - $f_{yd} = 434,78$ MPa $\gamma_c = 1,5$ - $E_s = 210000$ MPa $f_{cd} = 17$ MPa $\epsilon_{uk} = 5$ ‰ $E_{cm} = 33$ GPa $\epsilon_{ud} = 4,5$ ‰ $f_{ctm} = 2,9$ MPa $\epsilon_{ud} / \epsilon_{uk} = 0,900$ - $\epsilon_{c3} = 1,75$ ‰ $k = 1,08$ - $\epsilon_{cu3} = 3,5$ ‰ $\epsilon_{yd} = f_{yd} / E_s = 434,78 / 210000 = 2,07$ ‰ $\lambda = 0,8$ - $\alpha_e = E_s / E_{cm} = 210000 / 33 = 6,36$ $\eta = 1$ -

Ohybová výztuž

Horná výztuž

8 \emptyset 25 mm $\rho_{w,s1} = 0,785$ % $A_{s1} = 3926,99$ mm² $d_1 = c_{nom,h} + \emptyset t + 0,5 \cdot \emptyset 1 = 50 + 8 + 0,5 \cdot 25 =$

70,5 mm

 $d = h - d_1 = 500 - 70,5 =$

429,5 mm

 $s_1 = 125$ mm

Dolná výztuž

4 \emptyset 25 mm $\rho_{w,s2} = 0,393$ % $A_{s2} = 1963,5$ mm² $d_1 = c_{nom,d} + \emptyset t + 0,5 \cdot \emptyset 2 = 50 + 8 + 0,5 \cdot 25 =$

70,5 mm

 $d = h - d_1 = 500 - 70,5 =$

429,5 mm

 $s_2 = 250$ mm

Maximální vzdálenost prutů:

 $s_{max,slab} = \min(2 \cdot h ; 300) =$ $\min(2 \cdot 500 ; 300) =$

300 mm

 $s_1 \leq s_{max,slab}$ 125 \leq 300

Vyhovuje

 $s_2 \leq s_{max,slab}$ 250 \leq 300

Vyhovuje

Minimální a maximální plocha výztuže

$$\begin{aligned}
 A_{s,min,1} &= 0,26 \cdot (f_{ctm} / f_{yk}) \cdot b \cdot d_{min} = 0,26 \cdot (2,9 / 500) \cdot 1000 \cdot 429,5 = 647,69 \text{ mm}^2 \\
 A_{s,min,2} &> 0,0013 \cdot b \cdot d_{min} = 0,0013 \cdot 1000 \cdot 429,5 = 558,35 \text{ mm}^2 \\
 A_{s,max} &= 0,04 \cdot A_c = 0,04 \cdot (1000 \cdot 500) = 20000 \text{ mm}^2 \\
 A_{s,min} &= \max(A_{s,min,1} ; A_{s,min,2}) = \max(647,69 ; 558,35) = 647,69 \text{ mm}^2 \\
 A_{s,min} &\leq A_{s1} + A_{s2} \leq A_{s,max} \\
 647,69 &\leq 5890,49 \leq 20000 \quad \text{Vyhovuje}
 \end{aligned}$$

Rozdelovací výztuž:

	8	Ø	14	mm
$A_{s,roz}$			1231,5	mm ²
$A_{s,roz,min}$			785,4	mm ²
s_{roz}			125	mm
$A_{s,roz,min}$			≤	$A_{s,roz}$
			785,4	≤ 1231,5

Vyhovuje

Maximální vzdálenost prutů:

$$\begin{aligned}
 s_{max,slab} &= \min(3 \cdot h ; 400) = \min(3 \cdot 500 ; 400) = 400 \text{ mm} \\
 s_{roz} &\leq s_{max,slab} \quad 125 \leq 400 \quad \text{Vyhovuje}
 \end{aligned}$$

Smyková výztuž výztuž

Třmínky	8	Ø	8	mm	$\alpha_{w,t}$	90	°
$s_{w,t}$			125	mm			
$A_{w,t}$			402,12	mm ²			
$A_{w,t}$			3216,96	mm ² /m ²	$\rho_{w,t}$	0,32	%

Maximální vzdálenost prutů:

$$\begin{aligned}
 s_{max,slab} &= 0,75 \cdot d \cdot (1 + \cotg \alpha) = 0,75 \cdot 429,5 \cdot (1 + \cotg 90) = 322,125 \text{ mm} \\
 s_{w,t} &\leq s_{max,slab} \quad 125 \leq 322,125 \quad \text{Vyhovuje}
 \end{aligned}$$

Vnitřní síly na průřezu

M_{Ed}	424,55	kNm	N_{Ed}	156,83	kN	e_{MSU}	2,707	m
			V_{Ed}	0	kN	e_{CHAR}	2,653	m
$M_{Ek,char}$	295,95	kNm	$N_{Ek,char}$	111,55	kN	e_{KVaz}	2,092	m
$M_{Ek,kvaz}$	165,18	kNm	$N_{Ek,kvaz}$	78,97	kN			
$M_{Ek,čas}$	295,95	kNm	$M_{Ek,LM71}$	119,97	kNm			

- bez α a ϕ

Štíhlostní kritérium

L	6	m	Uložení:	vetknutí - vetknutí
$L_0 = \beta \cdot L$	$0,5 \cdot 6$	3	β	0,5 -
$I = 1/12 \cdot b \cdot h^3$	$1/12 \cdot 1 \cdot 0,5^3$			0,0104 m ⁴
$i = \sqrt{I / A_c}$	$\sqrt{0,0104 / (1 \cdot 0,5)}$			0,144 m
$\lambda = L_0 / i$	$3 / 0,144$			20,83 -
A	0,7	-	$A_c = b \cdot h$	$1 \cdot 0,5 = 0,5 \text{ mm}^2$
B	1,1	-		
C	0,7	-		
$n = N_{Ed} / (A_c \cdot f_{cd})$	$156,83 / (0,5 \cdot 17000)$			0,018

$$\begin{aligned}
 \lambda_{lim} &= 20 \cdot A \cdot B \cdot C / \sqrt{n} \leq 75 = 20 \cdot 0,7 \cdot 1,1 \cdot 0,7 / \sqrt{0,018} \leq 75 = 75 - \\
 \lambda &< \lambda_{lim} \quad 20,83 < 75 \quad \text{Masivní prvek}
 \end{aligned}$$

Posouzení MSU - Momenty

$x = A_{s1} \cdot f_{yd} / (b \cdot \eta \cdot \lambda \cdot f_{cd}) =$	$0,000392699 \cdot 434,78 / (1 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 17) =$	0,126	m	
$\xi = x / d =$	$0,126 / 0,4295 =$	0,293	-	
$\xi_{bal,1} = \varepsilon_{cu3} / (\varepsilon_{cu3} + \varepsilon_{yd}) =$	$= 3,5 / (3,5 + 2,07) =$	0,628	-	
	$\xi \leq \xi_{bal,1}$			
	$0,293 \leq 0,628$			Vyhovuje
$M_{Rd,1} = A_{s1} \cdot f_{yd} \cdot (d - 0,5 \cdot \lambda \cdot x) =$	$= 0,00392699 \cdot 434,78 \cdot 1000 \cdot (0,4295 - 0,5 \cdot 0,8 \cdot 0,126) =$	647,27	kNm/m	
	$M_{Ed} \leq M_{Rd}$			
	$424,55 \leq 647,27$			Vyhovuje
$x = A_{s2} \cdot f_{yd} / (b \cdot \eta \cdot \lambda \cdot f_{cd}) =$	$0,00019635 \cdot 434,78 / (1 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 17) =$	0,063	m	
$\xi = x / d =$	$0,063 / 0,4295 =$	0,147	-	
$\xi_{bal,1} = \varepsilon_{cu3} / (\varepsilon_{cu3} + \varepsilon_{yd}) =$	$= 3,5 / (3,5 + 2,07) =$	0,628	-	
	$\xi \leq \xi_{bal,1}$			
	$0,147 \leq 0,628$			Vyhovuje
$M_{Rd,2} = A_{s2} \cdot f_{yd} \cdot (d - 0,5 \cdot \lambda \cdot x) =$	$= 0,0019635 \cdot 434,78 \cdot 1000 \cdot (0,4295 - 0,5 \cdot 0,8 \cdot 0,063) =$	345,15	kNm/m	
	$M_{Ed} \leq M_{Rd}$			
	$0,00 \leq 345,15$			Vyhovuje

Posouzení MSU - Smykové síly**Bez smykové výztuže**

$C_{Rd,c} = 0,18 / \gamma_c =$	$0,18 / 1,5 =$	0,12	-	
$k = \min(1 + (200 / d)^{0,5}; 2,0) =$	$\min(1 + (200 / 429,5)^{0,5}; 2,0) =$	1,682	-	
$\rho_1 = A_{s1} / (b \cdot d) =$	$3926,99 / (1000 \cdot 429,5) =$	0,0091	-	
$v_{min} = 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} =$	$0,035 \cdot 1,682^{3/2} \cdot 30^{1/2} =$	0,418	-	
$V_{Rd,c1} = C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} \cdot b \cdot d =$	$= (0,12 \cdot 1,682 \cdot (100 \cdot 0,0091 \cdot 30)^{1/3} \cdot 1000 \cdot 429,5) / 1000 =$	261,03	kN	
$V_{Rd,c2} = v_{min} \cdot b \cdot d =$	$0,418 \cdot 1000 \cdot 429,5 / 1000 =$	179,531	kN	
$V_{Rd,c} = \max(V_{Rd,c1}; V_{Rd,c2}) =$	$\max(261,03; 179,531) =$	261,03	kN	
Posouzení:	$V_{Ed} \leq V_{Rd,c}$			
	$0,00 \leq 261,03$			Vyhovuje

Se smykovou výztuží

Sklon tlakových diagonál:

$\theta = 30^\circ$

$1 \leq \cotg \theta \leq 2,5$

$1 \leq 1,732 \leq 2,5$

Součinitel redukce únosnosti tlak. diag.:

$v = 0,6 \cdot (1 - f_{ck} / 250) = 0,6 \cdot (1 - 30 / 250) = 0,528$

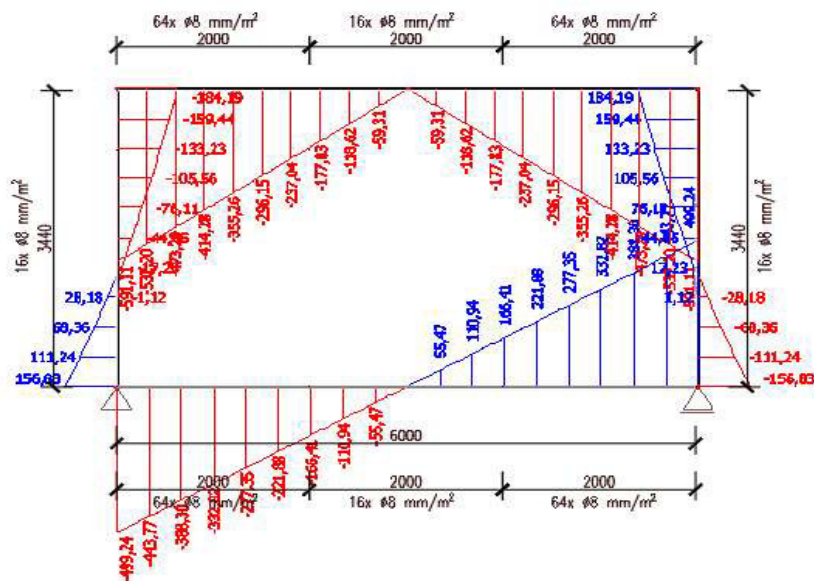
Únosnost třmínků: $z \approx 0,9 \cdot d$

$$V_{Rd,st} = A_{w,t} \cdot f_{yd} \cdot z \cdot \cotg \theta / s_{w,t} =$$

$$(402,12 \cdot 434,78 \cdot 386,55 \cdot 1,732 / 125) / 1000 = 936,42 \text{ kN}$$

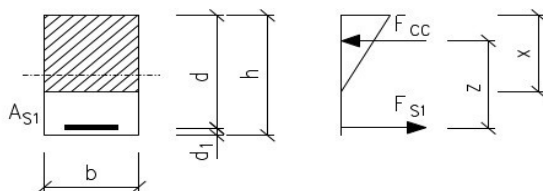
Posouzení:	$V_{Ed} \leq V_{Rd,st}$			
	$0,00 \leq 936,42$			Vyhovuje

Rozmístění smykové výztuže



Posouzení MSP - Omezení napětí

Charakteristická kombinace



$$x = \alpha_e / b \cdot A_{s1} \cdot (-1 + (1 + 2 \cdot b \cdot d / (\alpha_e \cdot A_{s2}))^{0,5}) =$$

$$6,36 / 1 \cdot 0,00392699 \cdot (-1 + (1 + 2 \cdot 1 \cdot 0,4295 / 6,36 \cdot 0,0019635)^{0,5}) = 0,1837 \quad \text{m}$$

$$z = d - 1/3 \cdot x = 0,4295 - 1/3 \cdot 0,1837 = 0,368 \quad \text{m}$$

Omezení tlakových napětí v betone:

$$\sigma_c = M_{Ek, \text{char}} / (0,5 \cdot x \cdot b \cdot z) = 295,95 / (0,5 \cdot 0,1837 \cdot 1 \cdot 0,368) / 1000 = 8,76 \quad \text{MPa}$$

$$\sigma_{c, \text{max}} = k_1 \cdot f_{ck} = k_1 = 0,6 \quad 0,6 \cdot 30 = 18,00 \quad \text{MPa}$$

$$\sigma_c \leq \sigma_{c, \text{max}} \\ 8,76 \leq 18,00$$

Vyhovuje

Omezení tahových napětí vo výztuži:

$$\sigma_s = M_{Ek, \text{char}} / (A_{s1} \cdot z) = 295,95 / (0,00392699 \cdot 0,368) = 204,79 \quad \text{MPa}$$

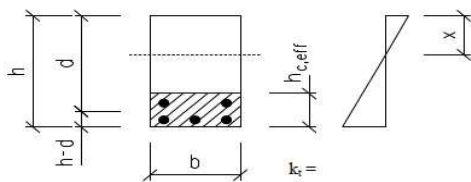
$$\sigma_{s, \text{max}} = k_3 \cdot f_{yk} = k_3 = 0,8 \quad 0,8 \cdot 500 = 400,00 \quad \text{MPa}$$

$$\sigma_s \leq \sigma_{s, \text{max}} \\ 204,79 \leq 400,00$$

Vyhovuje

Posouzení MSP - Výpočet trhlin

Kvázistálá kombinace



$$\sigma_s = M_{Ek,kvaz} / (A_{s1} \cdot z) = 165,18 / (0,00392699 \cdot 0,368) = 114,3 \text{ MPa}$$

$$h_{c,eff} = \min(2,5 \cdot (h - d) ; (h - x) / 3 ; h / 2) =$$

$$= \min(2,5 \cdot (500 - 429,5) ; (500 - 183,7) / 3 ; 500 / 2) = 105,43 \text{ mm}$$

$$A_{c,eff} = h_{c,eff} \cdot b = 105,43 \cdot 1000 = 105430 \text{ mm}^2$$

$$\rho_{p,eff} = A_{s1} / A_{c,eff} = 3926,99 / 105430 = 0,037 \text{ -}$$

krátkodobé zatížení

$$k_t = 0,6$$

$$f_{ct,eff} = f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$$

$$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = 1/E_s \cdot (\sigma_s - k_t \cdot f_{ct,eff} / \rho_{p,eff} \cdot (1 + \alpha_e \cdot \rho_{p,eff})) =$$

$$= 1 / 210000 \cdot (114,3 - 0,6 \cdot 2,9 / 0,037 \cdot (1 + 6,36 \cdot 0,037)) = 0,000268 \text{ -}$$

$$0,6 \cdot \sigma_s / E_s = 0,6 \cdot 114,3 / 210000 = 0,000327 \text{ -}$$

$$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} \geq 0,6 \cdot \sigma_s / E_s$$

$$0,000268 \geq 0,000327$$

$$\text{Vzdálenost tažené výztuže } s_1 = 125 \text{ mm}$$

$$s = 5 \cdot (c_{nom,d} + \phi / 2) = 5 \cdot (50 + 25 / 2) = 312,5 \text{ mm}$$

$$s_1 \leq s$$

$$125 \leq 313$$

Vyhovuje

$$\text{Součinitel vyjadřující vliv soudržnosti } k_1: \text{žebírková výztuž} \quad 0,8$$

$$\text{Součinitel vyjadřující vliv poměrného přetvoření po výšce průřezu } k_2: \text{Ohyb} \quad 0,5$$

$$\text{Doporučená hodnota } k_3: \quad 3,4$$

$$\text{Doporučená hodnota } k_4: \quad 0,425$$

$$s_{r,max} = k_3 \cdot c_{nom,d} + k_1 \cdot k_2 \cdot k_4 \cdot \phi / \rho_{p,eff} =$$

$$= 3,4 \cdot 50 + 0,8 \cdot 0,5 \cdot 0,425 \cdot 25 / 0,037 = 284,86 \text{ mm}$$

$$w_k = s_{r,max} \cdot (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}) = 284,86 \cdot (0,000327) = 0,0931 \text{ mm}$$

$$w_k \leq w_{max}$$

$$0,0931 \leq 0,2000$$

Vyhovuje

Posouzení na únavu**Betonářská výztuž**

Rozkmit napětí:	$\Delta\sigma_{Rsk} =$	162,5	MPa	pro přímé pruty
Součinitel:	$\gamma_{F,fat} =$	1,00	-	
Součinitel:	$\gamma_{S,fat} =$	1,15	-	
Dynamický součinitel:	$\phi =$	1,74	-	
Návrhová životnost mostu:	$N_{years} =$	100	let	
Sklon S-N křivky:	$k_2 =$	9	-	
Objem dopravy:	$Vol =$	1,50E+07	t/rok	
Délka pro posudek:	$L =$	5,9	m	
Rozkmit napětí od LM71:	$\Delta\sigma_{s,LM71} = M_{Ek,LM71} / (A_{s1} \cdot z) =$			$119,97 / (0,00392699 \cdot 0,368) =$
	$\Delta\sigma_{s,LM71} =$	83,02	MPa	(bez α a bez ϕ)

Účinek dopravy:

$$\lambda_1(2m) = \mathbf{0,9} \quad \lambda_1(20m) = \mathbf{0,65}$$

$$\lambda_1 = \lambda_1(2m) + (\lambda_1(20m) - \lambda_1(2m)) \cdot (\log L - 0,3) =$$

$$0,9 + (0,65 - 0,9) \cdot (\log 5,9 - 0,3) = \mathbf{0,78}$$

Roční objem dopravy:

$$\lambda_2 = (Vol / (25 \cdot 10^6))^{(1/k_2)} = (15000000 / (25 \cdot 10^6))^{(1/9)} = \mathbf{0,945} \quad -$$

Životnost mostu:

$$\lambda_3 = (N_{years} / 100)^{(1/k_2)} = (100 / 100)^{(1/9)} = \mathbf{1,000} \quad -$$

Součinitel vlivu současného zatížení prvku z více kolejí:

$$\lambda_4 = \mathbf{1,000} \quad -$$

Maximální součinitel:

$$\lambda_{max} = \mathbf{1,4} \quad -$$

Opravný součinitel:

$$\lambda = \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \cdot \lambda_4 \leq \lambda_{max} \quad 0,78 \cdot 0,945 \cdot 1 \cdot 1 \leq 1,4$$

$$\lambda = \mathbf{0,737} \quad -$$

Poškozuující ekvivalentní rozkmit:

$$\Delta\sigma_{s,eq} = \lambda \cdot \phi \cdot \Delta\sigma_{s,LM71} = 0,737 \cdot 1,74 \cdot 83,02 = \mathbf{106,46} \quad \text{MPa}$$

Posouzení:

$$\gamma_{F,fat} \cdot \Delta\sigma_{s,eq} \leq \Delta\sigma_{Rsk} / \gamma_{S,fat}$$

$$1 \cdot 106,46 \leq 162,5 / 1,15$$

$$\mathbf{106,46} \leq \mathbf{141,30}$$

Vyhovuje

Možná redukce dyn. součinitelu:

dle ČSN EN 1991-2 Příloha D.1

$$L_\phi = \mathbf{5,581} \quad \text{m}$$

$$v = \mathbf{60} \quad \text{km/h} = 16,67 \quad \text{m/s}$$

$$\phi'' = 0,56e^{(L^2/100)} = \mathbf{2,30} \quad -$$

$$K_{0-20} = v/160 = \mathbf{0,1042}$$

$$K_{20-x} = v/(47,16 \cdot L^{0,408}) = \mathbf{0,1752}$$

$$K = \text{kdýž } L \leq 20 \text{ m } K_{0-20} \text{ inak } K_{20-x} = \mathbf{0,1042}$$

$$\phi' = K/(1-K+K^4) = \mathbf{0,1163}$$

$$\phi_{red} = 1+0,5 \cdot (\phi'+0,5 \cdot \phi'') = \mathbf{1,63}$$

Není nutno redukovat dyn. součinitel

Tlačený beton

			M [kNm]	σ [MPa]
	$\sigma_{c,perm} =$	1,95	MPa	M_{Ed} 45,21 1,95
	$\sigma_{c,max,LM71} =$	5,45	MPa	M_{Ed} 252,76 5,45
	$\sigma_{c,min,LM71} =$	4,55	MPa	M_{Ed} 210,77 4,55
Součinitel	$k_1 =$	0,85	-	
	$t_0 =$	50	dni	
	$s =$	0,25	pro cem 42,5N	
	$f_{ck} =$	30	MPa	
	$f_{cd} =$	17	MPa	
Objem dopravy:	$Vol =$	1,50E+07	t/rok	
Návrhová životnost mostu:	$N_{years} =$	100	let	
	$\gamma_{sd} =$	1	-	
Délka pro posudek:	$L =$	6	m	

Součinitel pevnosti:

$$\beta_{cc}(t_0) = \exp(s \cdot (1 - (28/t_0)^{1/2})) = \exp(0,25 \cdot (1 - (28/50)^{1/2})) = 1,065 \quad -$$

Únavová pevnost betonu:

$$f_{cd,fat} = k_1 \cdot \beta_{cc}(t_0) \cdot f_{cd} \cdot (1 - f_{ck}/250) = 0,85 \cdot 1,065 \cdot 17 \cdot (1 - 30/250) = 13,54 \quad \text{MPa}$$

Vliv trvale působivého zatížení:

$$\lambda_{c,0} = 0,94 + 0,2 \cdot (\sigma_{c,perm} / f_{cd,fat}) \geq 1,00$$

$$= 0,94 + 0,2 \cdot (1,95 / 13,54) \geq 1,00$$

$$0,969 \geq 1,00 \quad \lambda_{c,0} = 1,00$$

Účinek dopravy:

$$\lambda_{c,1}(2m) = \mathbf{0,7} \quad \lambda_{c,1}(20m) = \mathbf{0,75}$$

$$\lambda_{c,1} = \lambda_{c,1}(2m) + (\lambda_{c,1}(20m) - \lambda_{c,1}(2m)) \cdot (\log L - 0,3) =$$

$$0,7 + (0,75 - 0,7) \cdot (\log 6 - 0,3) = 0,72$$

Roční objem dopravy:

$$\lambda_{c,2,3} = 1 + 1/8 \cdot \log(Vol / 25 \cdot 10^6) + 1/8 \cdot \log(N_{years} / 100) =$$

$$= 1 + 1/8 \cdot \log(15000000 / 25 \cdot 10^6) + 1/8 \cdot \log(100 / 100) = 0,972 \quad -$$

Počet kolejí:

$$\lambda_{c,4} = 1 \quad - \quad \text{jedna kolej}$$

Opravný součinitel:

$$\lambda_c = \lambda_{c,0} \cdot \lambda_{c,1} \cdot \lambda_{c,2,3} \cdot \lambda_{c,4} = 1 \cdot 0,72 \cdot 0,972 \cdot 1 = 0,7 \quad -$$

Dolní napětí amplitudy:

$$\sigma_{cd,min,equ} = \sigma_{c,perm} - \lambda_c \cdot (\sigma_{c,perm} - \sigma_{c,min,LM71}) =$$

$$1,95 - 0,7 \cdot (1,95 - 4,55) = 3,77 \quad \text{MPa}$$

Horní napětí amplitudy:

$$\sigma_{cd,max,equ} = \sigma_{c,perm} + \lambda_c \cdot (\sigma_{c,max,LM71} - \sigma_{c,perm}) =$$

$$1,95 + 0,7 \cdot (5,45 - 1,95) = 4,4 \quad \text{MPa}$$

Najmenší uroveň napětí:

$$E_{cd,min,equ} = \gamma_{sd} \cdot \sigma_{cd,min,equ} / f_{cd,fat} =$$

$$1 \cdot 3,77 / 13,54 = 0,278 \quad \text{MPa}$$

Největší úroveň napětí:

$$E_{cd,max,equ} = \gamma_{sd} \cdot \sigma_{cd,max,equ} / f_{cd,fat} =$$

$$1 \cdot 4,4 / 13,54 = 0,325 \quad \text{MPa}$$

Poměr napětí:

$$R_{equ} = E_{cd,min,equ} / E_{cd,max,equ} =$$

$$0,278 / 0,325 = 0,855 \quad -$$

Posouzení:

$$14 \cdot (1 - E_{cd,max,equ}) / (1 - R_{equ})^{0,5} \geq 6$$

$$14 \cdot (1 - 0,325) / (1 - 0,855)^{0,5} \geq 6$$

$$\mathbf{24,817} \geq \mathbf{6}$$

Vyhovuje

Posouzení napětí:

$$\sigma_{c,max} / f_{cd,fat} \leq 0,5 + 0,45 \cdot \sigma_{c,min} / f_{cd,fat}$$

$$5,45 / 13,54 \leq 0,5 + 0,45 \cdot 4,55 / 13,54$$

$$\mathbf{0,403} \leq \mathbf{0,651}$$

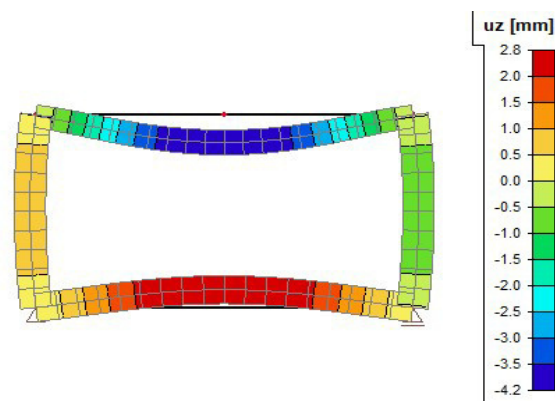
Vyhovuje

$$\sigma_{c,max} / f_{cd,fat} \leq 0,9$$

$$5,45 / 13,54 \leq 0,9$$

$$\mathbf{0,403} \leq \mathbf{0,9}$$

Vyhovuje

Mezní stav použitelnosti - maximální průhyb konstrukce

Mezní dovolený průhyb:

Délka posuzovaného prvku: $L = 6000$ mmMaximální dovolený průhyb: $L / 600$

Hodnota limitního průhybu: $\delta_{lim} = L / 600$
 $= 6000 / 600 = 10,00$ mm

Maximální mezní průhyb od charakteristické kombinace (program Scia)

 $\delta = 2,8$ mm

Posudek:

 $\delta / \delta_{lim} \leq 1,00$ $2,8 / 10 \leq 1,00$ $0,2800 \leq 1,00$ Využití (%): **28,00****Vyhovuje**

Stanovení zatížitelnosti

	$R_d = M_{Rd}$	$\Sigma E_{rs,Ed}$	$E_{LM71,Ed}$	Z_{LM71}
Bod 1	561,90	108,50	273,16	1,66
Bod 2	476,53	119,82	274,20	1,30
Bod 3	374,09	76,84	205,61	1,45
Bod 4	647,27	41,46	246,00	2,46
Bod 5	647,27	58,77	301,13	1,95

	$R_d = V_{Rd}$	$\Sigma E_{rs,Ed}$	$E_{LM71,Ed}$	Z_{LM71}
Bod 1	246,65	0,00	0,00	-
Bod 2	718,39	145,21	364,75	1,57
Bod 3	212,15	53,42	41,49	3,83
Bod 4	936,42	63,79	364,75	2,39
Bod 5	936,42	6,30	0,00	-

Parcialne součinitele dle SŽ S5/1 ze dne 4. března 2021

Tabulka 1- Dílčí součinitele účinků stálého zatížení

Dílčí součinitele účinků stálého zatížení γ_G					
Prvky nebo části mladší než 30 let		Prvky nebo části starší než 30 let			
Ocelové a prefabrikované betonové prvky	Prvky z ostatních materiálů	Ocelové a prefabrikované betonové prvky		Prvky z ostatních materiálů	
		Kontrola měřením rozměrů	Bez kontroly	Kontrola měřením rozměrů	Bez kontroly
1,25	1,30	1,20	1,25	1,25	1,30

Kombinace pro stálé zatížení

Obsah kombinace	
Vlastní tíha [-]	1,30
Ostatné stáje [-]	1,30
Zemní tlak [-]	1,30
LM71 [-]	0,00

Obsah kombinace	
Vlastní tíha [-]	1,30
Ostatné stáje [-]	1,30
Zemní tlak voda [-]	1,30
LM71 [-]	0,00

Kombinace pro zatížení vlakem LM71

Obsah kombinace	
Vlastní tíha [-]	0,00
Ostatné stáje [-]	0,00
Zemní tlak voda [-]	0,00
LM71 [-]	2,51

Přehled zatížitelnosti částí mostu**A. Identifikace mostu**

TÚ (číslo, název): **0901 Podchod - žst. Turnov** DÚ: km: **1 2 3 / 9 8 0**

B. Identifikace části mostu

Část mostu: **Nosná konstrukce** poř. číslo - , pod kolejí č. **1**
(ve směru staničení)

C. Doplňující informace části mostu

Kategorie zatížitelnosti: **C** Výpočtový model: **2D prútový model**

Geometrie koleje, uvažovaná v přepočtu části mostu (ve směru staničení):

	na začátku	uprostřed	na konci
poloměr obluku	přímá [m]	přímá [m]	přímá [m]
převýšení koleje	0 [mm]	0 [mm]	0 [mm]
excentricita osy koleje	- [m]	- [m]	- [m]
Směrná úroveň spolehlivosti β =	- , zbytková životnost: 100 let		

Popis použitých úlev:

Popis závad uvažovaných v přepočtu části mostu:

-

Datum zajištění technického stavu mostu zpracovatelem přepočtu: **10/01/2022**

Poznámka k části mostu či rozhodující poloze zatížení:

-

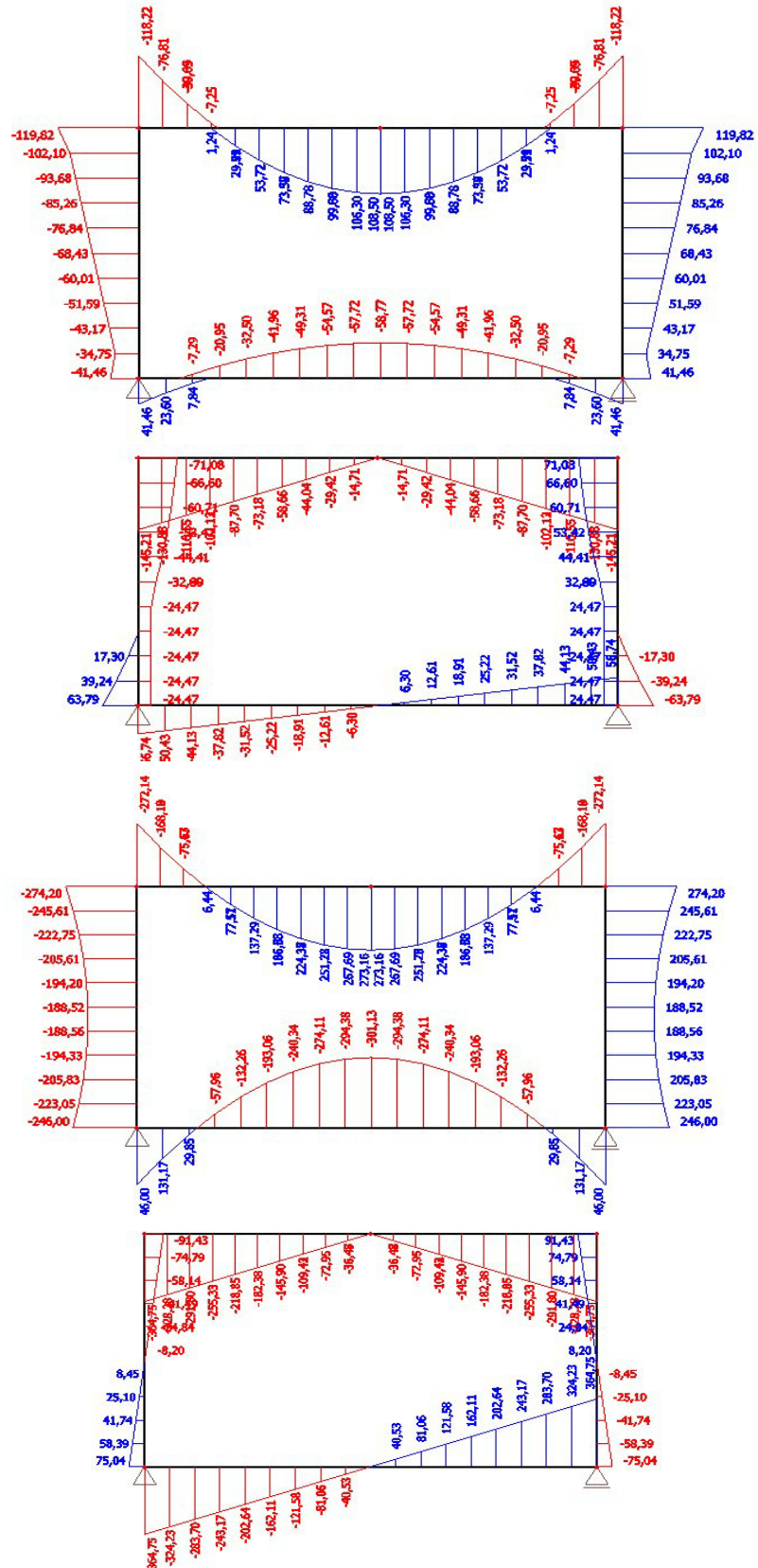
P.č.	Prvek	Detail	Namáhání	k_i	typ	L_p	ϕ_i	L_ϕ	$V_{Q,LM71}$	$V_{Q,LM71,E}$	str. přepočtu	Z_{LM71}/Z_{SW02}	$Z_{LM71,E}$	Pozn.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Strop	Bod 1	Ohyb	-	M	-	1,73	5,58	1,45	-	15	1,66	-	
2	Strop	Bod 1	Smyk	-	V	-	1,73	5,58	1,45	-	15	-	-	
3	Strop/stěna	Bod 2	Ohyb	-	M	-	1,73	5,58	1,45	-	23	1,30	-	
4	Strop/stěna	Bod 2	Smyk	-	V	-	1,73	5,58	1,45	-	23	1,57	-	
5	Stěna	Bod 3	Ohyb	-	M	-	1,73	5,58	1,45	-	30	1,45	-	
6	Stěna	Bod 3	Smyk	-	V	-	1,73	5,58	1,45	-	30	3,83	-	
7	Podlaha/stěna	Bod 4	Ohyb	-	M	-	1,73	5,58	1,45	-	38	2,46	-	
8	Podlaha/stěna	Bod 4	Smyk	-	V	-	1,73	5,58	1,45	-	38	2,39	-	
9	Podlaha	Bod 5	Ohyb	-	M	-	1,73	5,58	1,45	-	45	1,95	-	
10	Podlaha	Bod 5	Smyk	-	V	-	1,73	5,58	1,45	-	45	-	-	

Dne: **10/01/2022**, zatížitelnost určil: Ing. Matej Potančok

Vnitřní síly

Stálé zatížení

$\Sigma E_{rs,Ed}$



Vlak LM71

$E_{LM71,Ed}$