

# statické posouzení

## úvodní údaje

objekt	:	propustek ev.č. 5b-P5 u Koupaliště ve Štra,berku
ev.č.	:	5b-P5
vlastník objektu	:	Město Štramberk
správce mostního objektu:	:	Město Štramberk
počet otvorů	:	1
šikmost mostu	:	šikmý 63°
nosná konstrukce	:	ŽB monolitický uzavřený rám
zatížení	:	Nový most navržen na účinky zatěžovacího schématu LM1 a LM3 dle ČSN EN 1991-2 zatížení mostů. Dle národní přílohy je komunikace zařazena do skupiny 1. (ČSN 736203 třída A). Součinitele zatížení jsou použity dle tabulky NA 2.1 Při významu komunikace jsou použity modely zatížení pro mezní stavy únosnosti LM1 a LM2. Konstrukce je posuzována na zvláštní vozidla model LM3 dle en 1991-2 zatížení mostů dopravou změna Z3.

## předměte statického výpočtu

stupeň PD	:	dokumenatce pro stavební povolení (DSP)
Předmětem statického výpočtu je ověření hlavních (zásadních) rozměrů nosné konstrukce.		

## technický popis jednotlivých konstrukcí

stávající konstrukce	:	jedná se o celkovou novostavbu
nová nosná konstrukce	:	Nosnou konstrukci bude tvořit ŽB monolitický uzavřený rám o kolmé světlosti 2,0m. Šikmost 63°.
nová spodní stavba	:	Jedná se o uzavřený rám, spodní stavbu tvoří stojky rámu.Založení plošné.

## výpočetní model

Model konstrukce byl sestaven pro účely ověření hlavních rozměrů a návrhu založení. Nosná konstrukce je namodelována jako prutová konstrukce. Zatížení silniční dopravou je namodelováno jako pojezd po krocích. Podrobný statický výpočet je předmětem dokumentace RDS.

## nosná konstrukce

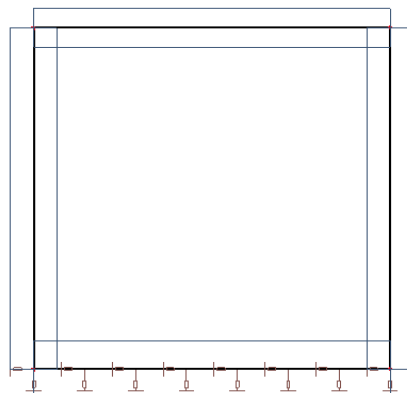
### geometrie a výpočtový model

#### nosná konstrukce

šikmost		=	63,30 °
rozpětí příčle kolmo	$L_{m,k}$	=	2,30 m
rozpětí příčle šikmo	$L_{m,š}$	=	2,54 m
šířka desky kolmo	$š_{NK}$	=	7,00 m
tl. příčle	$h$	=	0,30 m

#### mostní svršek

objemová tíha vozovky	$\gamma_{iože}$	=	24,00 kN.m <sup>-3</sup>
šířka vozovky	$b$	=	6,00 m
tl. vozovky vč. ochrany	$h_s$	=	0,11 m
objemová tíha říms	$\gamma_{iz}$	=	25,00 kN.m <sup>-3</sup>
plocha římsy/chod. L	$A_r$	=	0,18 m <sup>2</sup>
plocha římsy/chod. P	$A_{ch}$	=	0,17 m <sup>2</sup>
zábradlí / svod.	$\gamma_{iz}$	=	1,00 kN/ bm



obr. prutový model NK

### zatížení

#### Stálé zatížení - vlastní tíha : $G_0$

Vlastní tíha je počítána programem na základě zadané geometrie a objemové tíhy

#### Ostatní stálé zatížení : $G_1$

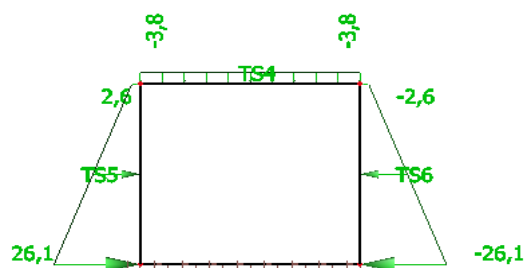
svršek na rámu  $g_{1,1}$  =  $\Sigma(g.b)/b_{desky}$   
=  $(24 \cdot 6 \cdot 0,11 + 25 \cdot (0,18 + 0,17) + 2 \cdot 1) / 7$   
= 3,8 kN.m<sup>-1</sup>

#### zemní tlak na rub stojky

úhel tření zeminy - výp.	$\phi$	=	30,00 °
soudržnost	$c$	=	0,00 kPa
objemová hmot.zem.	$\gamma$	=	20,00 kN/m <sup>3</sup>
Klidový zemní tlak	$K_0$	=	0,50 (1-sin $\phi$ )
Aktivní zemní tlak	$K_a$	=	0,33 $\tan^2(45-\phi/2)$
výška ve vrcholu NK	$h_1$	=	0,26 m (osa)
výška u stojky	$h_2$	=	2,61 m (osa)
zemní tlak	$s$	=	$h \cdot \gamma \cdot K_0$

u horní příčle  $s_1$  = 2,6 kN/m

u stojky  $s_2$  = 26,1 kN/m



obr. stálé zatížení na NK - výstup z programu SCIA

#### Nahodilí zatížení - zatížení dopravou : $Q_1$

Před mostem bude dopravní značení omezující provoz a to B13 "22t" a E5 "jediné vozidlo 40t"

Z tohoto důvodu bude i použito patřičných modelů pro zatížení dopravou.

počet pruhů na mostě	:	2
šířka pruhu	$w$	= 6,00 m
		= 3,00 m

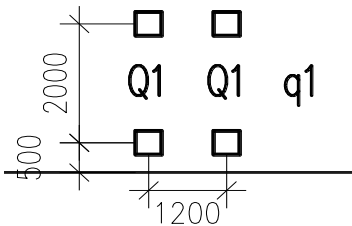
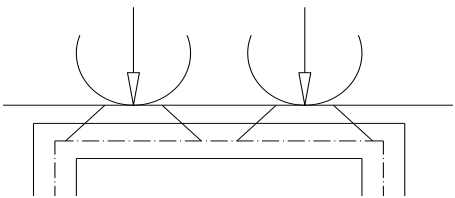
**model LM1**

zatížení dvounápravou + rovnoměrným zatížením - včetně součinitele  $\alpha$

pruh č.1	TS	$Q_{k1}$	=	300 kN	*	$\alpha$	1,0	=	300 kN	<div><div>□ □</div><div>Q2 Q2</div><div>□ □ q2</div></div>
	UDL	$q_{k1}$	=	9,0 kN/m2	*	$\alpha$	1,0	=	9,0 kN/m2	
pruh č.2	TS	$Q_{k2}$	=	200 kN	*	$\alpha$	1,0	=	200 kN	<div><div>□ □</div><div>□ □</div></div>
	UDL	$q_{k2}$	=	2,5 kN/m2	*	$\alpha$	2,4	=	6,0 kN/m2	

roznos zatížení

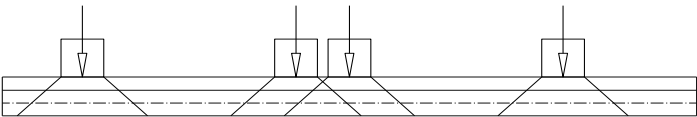
podélně



$B_{L-TS} = 2,54 \text{ m}$

příčně

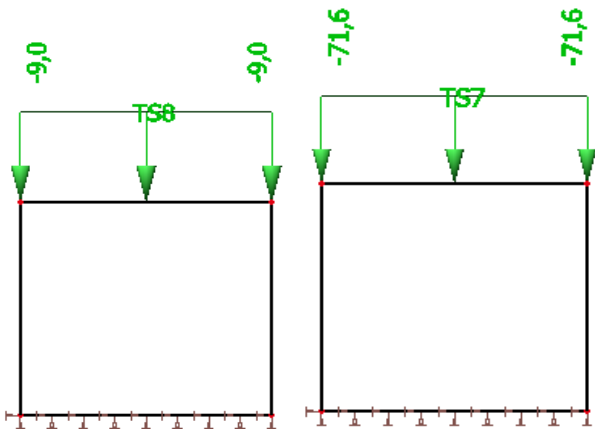
$B_{B-TS} = 5,50 \text{ m}$



zatížení na 1bm šířky rámu

TS =  $(300 + 300 + 200 + 200) / 5,5 / 2,54 = 71,6 \text{ kN/m2}$

UDL =  $9,0 \text{ kN/m2}$



**model LM2**

zatížení dvounápravou + rovnoměrným zatížením

pruh č.1	TS	$Q_{k1}$	=	400 kN	*	$\alpha$	1,0	=	400 kN	<div><div>q2</div></div>
	UDL	$q_{k1}$	=	9,0 kN/m2	*	$\alpha$	1,0	=	9,0 kN/m2	
pruh č.2	UDL	$q_{k2}$	=	2,5 kN/m2	*	$\alpha$	2,4	=	6,0 kN/m2	<div><div>350</div></div>

roznos zatížení

podélně

$B_{L-TS} = 1,20 \text{ m}$

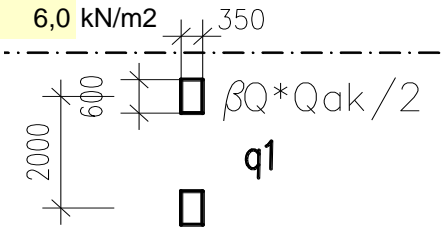
příčně

$B_{B-TS} = 3,00 \text{ m}$

zatížení na 1bm šířky rámu

TS =  $400 / 3 / 1,2 = 111,1 \text{ kN/m2}$

UDL =  $9,0 \text{ kN/m2}$



model LM3

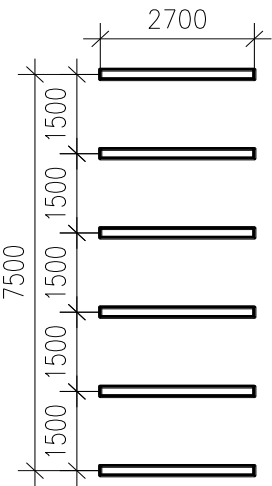
$Q_{k1} = 150 \text{ kN} \cdot \alpha \cdot 1,0 = 150 \text{ kN}$   
rychlost normální do 70km/hod, dynamický součinitel 1,25

roznos zatížení

podélně  
 $B_{L-TS} = 2,29 \text{ m}$

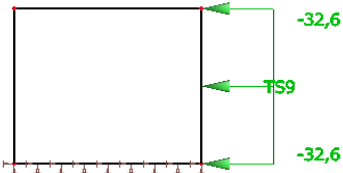
příčně  
 $B_{B-TS} = 3,90 \text{ m}$

zatížení na 1bm šířky rámu  
 $TS = 150 \cdot 2 / 3,9 / 2,29 = 33,6 \text{ kN/m}^2$



zvýšení zemního tlaku od vozidla za opěrou

$b_k = 7,00 \text{ m}$  .. roznos na celou šíři stojky  
 $q = 71,58 \cdot 5,5 / 7 + 9 = 65,24 \text{ kN/m}^2$   
 $\Delta\sigma_{a,UIC} = q_Q \cdot K_0 = 32,62 \text{ kN.m}^{-1}$



brzdné síly

5% celkového svislého zatížení  
 $b_k = 7,00 \text{ m}$  .. roznos na celou šíři stojky  
 $Q = 0,05 \cdot (300+200) / 7 = 3,57 \text{ kN/m}$

nahodilé zatížení T : teplota

rovnoměrná složka  $T_0 = 10^\circ\text{C}$   
 $T_{\min} = -34^\circ\text{C}$   
 $T_{\max} = 36^\circ\text{C}$   
typ konstrukce – 3->  $T_{e,\min} = T_{\min} + 8 = -34 + 8 = -26^\circ\text{C}$   
 $T_{e,\max} = T_{\max} + 1,5 = 36 + 1,5 = 38^\circ\text{C}$   
 $\Delta T_{N,\text{con}} = T_0 - T_{e,\min} = 10 - -26 = 36^\circ\text{C}$  (rovnoměrné oteplení)  
 $\Delta T_{N,\text{exp}} = T_{e,\max} - T_0 = 41,5 - 10 = 28^\circ\text{C}$  (rovnoměrné ochlazení)  
nerovnoměrná složka  $\Delta T_{m,\text{heat}} = 15^\circ\text{C}$   
 $\Delta T_{m,\text{cool}} = 8^\circ\text{C}$   
 $k_{\text{sur}} = 0,6 \text{ ...-> } \Delta T \cdot k_{\text{sur}} = 9$  (nerovnoměrné oteplení)  
 $k_{\text{sur}} = 1 \text{ ...-> } \Delta T \cdot k_{\text{sur}} = 8$  (nerovnoměrné ochlazení)

kombinace zatížení - mezní stav únosnosti

návrhové hodnoty a součinitele kombinace - STR, soubor B  
sestava zatížení

návrhové hodnoty a součinitele kombinace - STR, soubor B

stálé+ostatní st. zatížení	$\gamma_{G,\text{sup}} = 1,35$	$\xi_j = 0,85$	
nahod. zat. - model LM1	$\gamma_{Q,1} = 1,35$	$\Psi_{0,1} = 0,75$	TS
	$\gamma_{Q,1} = 1,35$	$\Psi_{0,1} = 0,40$	UDL
nahod. zat. - model LM2	$\gamma_{Q,1} = 1,35$	$\Psi_{0,1} = 0,00$	
nahod. zat. - model LM3	$\gamma_{Q,1} = 1,35$	$\Psi_{0,1} = 0,00$	LM3
ostatní proměnné zat.	$\gamma_{Q,1} = 1,50$		

### kombinace zatížení - m.s.ú.

$$\text{rovnice 6.10a} \quad \Sigma \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} "+" \gamma_{Q,1} \cdot \Psi_{0,1} \cdot Q_{k,1} "+" \Sigma \gamma_{Q,i} \cdot \Psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

$$\text{rovnice 6.10b} \quad \Sigma \xi \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} "+" \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} "+" \Sigma \gamma_{Q,i} \cdot \Psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

$$\begin{aligned} 6.10.a \quad CO1 &: 1,35 \cdot G + 1,35 \cdot \Psi \cdot Q + 1,50 \cdot 0,60 \cdot T \\ &\text{pro LM2+LM3 je } \Psi=0, \text{ rov. 6.10a bud epouze pro LM1} \\ &= 1,35 \cdot G + 1,01 \cdot LM1-TS + 0,54 \cdot LM1-UDL + 0,90 \cdot T \end{aligned}$$

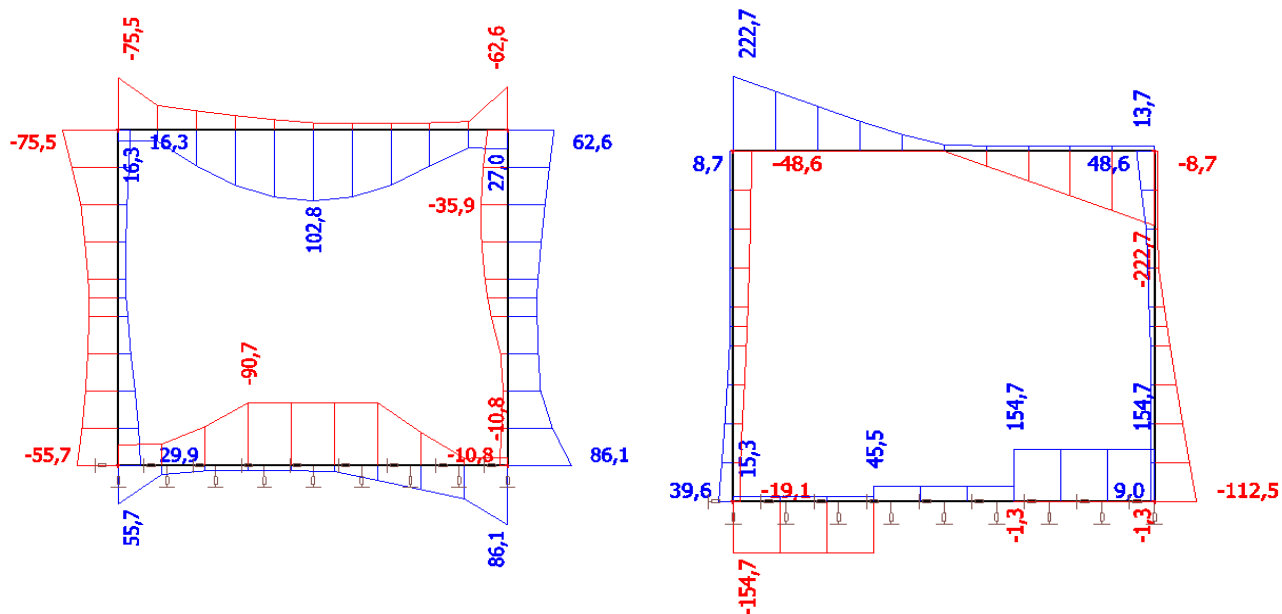
$$\begin{aligned} 6.10.b \quad CO2.1 &: 1,15 \cdot G + 1,35 \cdot Q + 1,50 \cdot 0,60 \cdot T \\ &\text{pro LM1 : } = 1,15 \cdot G + 1,35 \cdot LM1-TS + 1,35 \cdot LM-UDL + 0,90 \cdot T \\ &\text{pro LM2 : } = 1,15 \cdot G + 1,35 \cdot LM2 + 0,90 \cdot T \\ &\text{pro LM3 : } = 1,15 \cdot G + 1,35 \cdot LM3 + 0,90 \cdot T \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} CO2.2 &: 1,15 \cdot G + 1,45 \cdot T + 1,50 \cdot 0,80 \cdot Q = 1,15 \cdot G + 1,50 \cdot T + 1,16 \cdot Q \\ &\text{pro LM3 je } \Psi=0, \text{ rov. 6.10a bud epouze pro LM1} \\ &= 1,15 \cdot G + 1,5 \cdot T + 1,01 \cdot LM1-TS + 0,54 \cdot LM1-UDL \end{aligned}$$

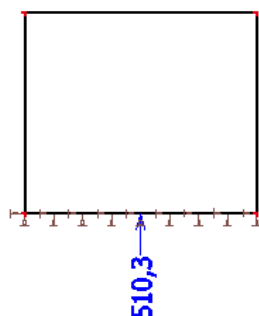
T - skupina zatížení teplotou - rovnoměrné ochlazení, oteplení, nerovnoměrné ochlazení a oteplení  
Q - skupina zatížení sil. dopravou

### ohybové momenty a posouvající síly na NK od obálky rovnice 6.10a a 6.10b

ohybové momenty + posouvající síly - obálka jednotlivých kombinací (třída výsledků)



reakce na základ



**pospouzení založení**

tíha zem.nad $\gamma_1$ =	$\gamma$	=	20 kN.m <sup>-3</sup>
tíha zem. pod $\gamma_2$ =	$\gamma$	=	20 kN.m <sup>-4</sup>
	c	=	0 kPa
	$\phi_{ef}$	=	25,00 °
hloubka založení	h	=	0,8 m
šířka	b	=	2,60 m
délka	l	=	8 m
	N	=	515,0 kN
	$\sigma_{max}$	=	257 kPa

Souč. únosnosti	Souč. tvaru základů	Souč. hloubky založení	Souč. šikmosti zat.
Nd = 10,66	Sd = 1,14	dd = 1,04	i = 1,00
Nc = 20,72	Sc = 1,07	dc = 1,06	
Nb = 6,76	Sb = 0,90	db = 1,00	

**$Rd = cd \cdot Nc \cdot sc \cdot dc \cdot ic + \gamma_1 \cdot d \cdot Nd \cdot sd \cdot dd \cdot id + \gamma_2 \cdot b/2 \cdot Nb \cdot sb \cdot db \cdot ib$**   
**= 359,61 kPa > 257,0 kPa =  $\sigma_{max}$       vyhovuje**

**nosná konstrukce - horní příčle**

**Použité materiály**

<b>Beton</b>		<b>C35/45</b>		
$f_{ck}$	=	35	Mpa	chaharakteristická hodnota meze pevnosti v tlaku
$f_{ctm}$	=	3,21	MPa	chaharakteristická hodnota meze pevnosti v tahu
$\alpha_{CC}$	=	0,85		součinitel dlouhodobých účinků
$\gamma_C$	=	1,5		součinitel spolehlivosti materiálu
$f_{cd}$	=	19,8	MPa	výpočtová hodnota meze pevnosti

<b>Výztuž</b>		<b>10505 R</b>	
$f_{yk}$	=	500 MPa	chaharakteristická hodnota meze pevnosti v tahu
$\gamma_s$	=	1,15	součinitel spolehlivosti materiálu
$f_{yd}$	=	435 MPa	výpočtová hodnota meze pevnosti

<b>Průřez</b>			
h	=	300 mm	výška průřezu
b	=	1000 mm	šířka průřezu

Dimenze výztuže						
d	=	18	0	0	mm	profil výztuže
n	=	6,67	6,67	6,67	ks	počet prutů v prvku
á	=	150	150	150	mm	rozeč prvků
A <sub>st</sub>	=	1696 mm <sup>2</sup>				plocha výztuže
a <sub>st</sub>	=	50	mm			krytí výztuže
d	=	241 mm				efektivní výška průřezu
μ	=	A <sub>st</sub> / b / h			= 0,57 %	procento vyztužení
μ <sub>min</sub>	=	0.26*f <sub>ctm</sub> *b <sub>t</sub> *h <sub>e</sub> /f <sub>yk</sub>			= 0,04023 %	minimální procento vyztužení
	=	0.0013*b <sub>t</sub> *h <sub>e</sub>			= 0,03133 %	
				max	= 0,04023	vyhovuje

**vyhovuje**

**Moment únosnosti průřezu**

$\lambda$	=	0,8	koef průběhu napětí na betonu-rectangulární schéma	
$F_s$	=	$f_{yd} \cdot A_s$	=	738 kN síla ve výztuži
$x_u$	=	$F_s / (f_{cd} \cdot b) / \lambda$	=	0,046 m výška tlačené oblasti
$x_{lim}$	=	$d^* (\varepsilon_{cd}) / (\varepsilon_{cd} + \varepsilon_{yd})$	=	0,149 m kontrola výšky tlačené oblasti
$z$	=	$d - x_u \cdot \lambda / 2$	=	0,222 m rameno vnitřních sil
$M_{RD}$	=	$F_s \cdot z$		moment na mezi únosnosti
	=	164,0 kNm	>	102,0 kNm = $M_{SD}$ návrhový ohybový moment
				vyhovuje

**vyhovuje**

**Únosnost vyztužených prvků ve smyku**

$V_{Rd,c}$	=	$(CRd \cdot k \cdot (100 \cdot r_1 \cdot f_{ck})^{1/3} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$			
	=	160,8 kN			
$V_{Rd,cmin}$	=	$(v_{min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$	=	131,8 kN	
$V_{Rd,c}$	=	160,8		pos.síla přenášená betonem	
$v_{min}$	=	$0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$	=	0,547 Mpa	
$C_{Rd,c}$	=	$0.18/\gamma_c$	=	0,12	
$k$	=	$1+(200/d)^{1/2}$	=	1,91	součinitel výšky průřezu
$\rho_1$	=	$A_{s1}/(b_w \cdot d)$	=	0,0070	vliv podélného vyztužení
$N_{sd}$	=	0 kN			normálová síla v průřezu
$A_c$	=	0,3 m <sup>2</sup>			plocha betonového průřezu
$\sigma_{cp}$	=	0 Mpa			
$\cot\Theta$	=	2,5			úhel tlakových diagonál
$l$	=	$z \cdot \cot\Theta$	=	603 mm	půd.dl.posuzovaného úseku
$v$	=	$0.6 \cdot (1-f_{ck}/250)$	=	0,52	

$$V_{RD,max} = v \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot 0.9 \cdot d / (\tan \Theta + \cot \Theta)$$

$$= 1350,8 \text{ kNm} > 222,7 \text{ kNm} = V_{SD}$$

max síla přenesená tlačnou diagonálou  
návrhová pos. síla  
**vyhovuje**

### Návrh smykové výztuže - třmínky

$$d_s = 10$$

$$n = 3,33$$

$$a = 150$$

$$A_{sw1} = 262 \text{ mm}^2$$

$$\max ss = 0.75d = 0.75 \cdot h_e = 181$$

$$\rho_{ws} = A_{sw} / (b_w \cdot s) = 0,174 \%$$

$$V_{wd1} = A_{sw1} \cdot f_{yw} / ss \cdot 0.9 \cdot d \cdot \cot \Theta = 411,1 \text{ kN}$$

profil výztuže  
počet střihů  
rozeč prvků  
plocha výztuže  
max vzd třmínků  
procento vyztužení  
síla přenášená třmínky

**vyhovuje**

$$V_{RD3} = V_{wd1} =$$

$$= 411,1 \text{ kNm} > 222,7 \text{ kNm} = V_{SD}$$

**Síla přenášená třmínky**  
návrhová pos. síla  
**vyhovuje - není nutno navrhovat ohyby**

### Návrh smykové výztuže - ohyby ( $V_{RD3} < V_{SD}$ )

$$d_s = 0 \text{ mm}$$

$$n = 0 \text{ ks}$$

$$a = 200 \text{ mm}$$

$$A_{sw1} = 0 \text{ mm}^2$$

$$\alpha = 45^\circ = 0,785 \text{ rad}$$

$$\rho_{wb} = A_{sw} / (b_w \cdot s \cdot \sin \alpha)$$

$$\rho_{wb} = \rho_{ws} + \rho_{wb} = 0,000 \%$$

$$\rho_{w,min} = (0.08 \cdot f_{ck}^{1/2}) / f_{yk} = 0,174$$

$$\rho_{w,max} = 0.5 \cdot v \cdot f_{cd} / f_{ywd} = 0,095 \%$$

$$1,177 \%$$

$$W_b = A_{swb} \cdot f_{yw} / s_b \cdot 0.9 \cdot d \cdot \sin \alpha \cdot (\cot \Theta + \cot \alpha)$$

$$= 0,0 \text{ kN}$$

průměr třmínků  
počet střihů  
vzdálenost ohybů  
plocha 1. řady ohybů  
procento vyztužení  
min procento vyztužení  
max procento vyztužení  
síla přenášená ohyby

**vyhovuje**  
**vyhovuje**

$$V_{RD3} = V_{wd} + V_b =$$

$$= 411,1 \text{ kNm} > 222,7 \text{ kNm} = V_{SD}$$

**Síla přenášená třmínky**  
návrhová pos. síla  
**vyhovuje**



**nosná konstrukce - stojka**

**Použité materiály**

<b>Beton</b>		<b>C35/45</b>		
$f_{ck}$	=	35	Mpa	chaharakteristická hodnota meze pevnosti v tlaku
$f_{ctm}$	=	3,21	MPa	chaharakteristická hodnota meze pevnosti v tahu
$\alpha_{CC}$	=	0,85		součinitel dlouhodobých účinků
$\gamma_C$	=	1,5		součinitel spolehlivosti materiálu
$f_{cd}$	=	19,8	MPa	výpočtová hodnota meze pevnosti

<b>Výztuž</b>		<b>10505 R</b>	
$f_{yk}$	=	500 MPa	chaharakteristická hodnota meze pevnosti v tahu
$\gamma_s$	=	1,15	součinitel spolehlivosti materiálu
$f_{yd}$	=	435 MPa	výpočtová hodnota meze pevnosti

<b>Průřez</b>				
h	=	300	mm	výška průřezu
b	=	1000	mm	šířka průřezu

Dimenze výztuže						
d	=	16	0	0	mm	profil výztuže
n	=	6,67	6,67	6,67	ks	počet prutů v prvku
á	=	150	150	150	mm	rozeč prvků
A <sub>st</sub>	=	1340 mm <sup>2</sup>				plocha výztuže
a <sub>st</sub>	=	50	mm			krytí výztuže
d	=	242 mm				efektivní výška průřezu
μ	=	A <sub>st</sub> / b / h			= 0,45 %	procento vyztužení
μ <sub>min</sub>	=	0.26*f <sub>ctm</sub> *b <sub>t</sub> *h <sub>e</sub> /f <sub>yk</sub>			= 0,04039 %	minimální procento vyztužení
	=	0.0013*b <sub>t</sub> *h <sub>e</sub>			= 0,03146 %	
			max	=	0,04039	<b>vyhovuje</b>

**Moment únosnosti průřezu**

$\lambda$	=	0,8	koef průběhu napětí na betonu-rectangulární schéma		
$F_s$	=	$f_{yd} \cdot A_s$	=	583 kN	síla ve výztuži
$x_u$	=	$F_s / (f_{cd} \cdot b) / \lambda$	=	0,037 m	výška tlačené oblasti
$x_{lim}$	=	$d \cdot (\epsilon_{cd}) / (\epsilon_{cd} + \epsilon_{yd})$	=	0,149 m	kontrola výšky tlačené oblasti
					<b>vyhovuje</b>
$z$	=	$d - x_u \cdot \lambda / 2$	=	0,227 m	rameno vnitřních sil
$M_{RD}$	=	$F_s \cdot z$			moment na mezi únosnosti
	=	132,5 kNm	>	75,5 kNm	= $M_{SD}$ návrhový ohybový moment
					<b>vyhovuje</b>

**Únosnost vyztužených prvku ve smyku**

$V_{Rd,c}$	=	$(CRd \cdot k \cdot (100 \cdot r_1 \cdot f_{ck})^{1/3} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot bw \cdot d$			
	=	148,9 kN			
$V_{Rd,cmin}$	=	$(vmin + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot bw \cdot d$	=	132,2 kN	
$V_{Rd,c}$	=	148,9		pos.síla přenášená betonem	
$v_{min}$	=	$0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$	=	0,546 Mpa	
$C_{Rd,c}$	=	$0.18/\gamma_c$	=	0,12	
$k$	=	$1+(200/d)^{1/2}$	=	1,91	součinitel výšky průřezu
$\rho_1$	=	$As1/(bw \cdot d)$	=	0,0055	vliv podélného vyztužení
$N_{sd}$	=	0 kN			normálová síla v průřezu
$A_c$	=	0,3 m2			plocha betonového průřezu
$\sigma_{cp}$	=	0 Mpa			
$\cot\Theta$	=	2,5			úhel tlakových diagonál
$l$	=	$z \cdot \cot\Theta$	=	605 mm	půd.dl.posuzovaného úseku
$v$	=	$0.6 \cdot (1-f_{ck}/250)$	=	0,52	

$$V_{RD,max} = v \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot 0.9 \cdot d / (\tan \Theta + \cot \Theta)$$

$$= 1356,4 \text{ kNm} > 116,4 \text{ kNm} = V_{SD}$$

max síla přenesená tlačnou diagonálou  
návrhová pos. síla  
**vyhovuje**

### Návrh smykové výztuže - třmínky

$$d_s = 8$$

$$n = 3,33$$

$$a = 150$$

$$A_{sw1} = 167 \text{ mm}^2$$

$$\max ss = 0.75d = 0.75 \cdot h_e = 182$$

$$\rho_{ws} = A_{sw} / (b_w \cdot s) = 0,112 \%$$

$$V_{wd1} = A_{sw1} \cdot f_{yw} / ss \cdot 0.9 \cdot d \cdot \cot \Theta = 264,2 \text{ kN}$$

profil výztuže  
počet stříhů  
rozeč prvků  
plocha výztuže  
max vzd třmínků **vyhovuje**  
procento vyztužení  
síla přenášená třmínky

$$V_{RD3} = V_{wd1} =$$

$$= 264,2 \text{ kNm} > 116,4 \text{ kNm} = V_{SD}$$

**Síla přenášená třmínky**  
návrhová pos. síla  
**vyhovuje - není nutno navrhovat ohyby**

### Návrh smykové výztuže - ohyby ( $V_{RD3} < V_{SD}$ )

$$d_s = 0 \text{ mm}$$

$$n = 0 \text{ ks}$$

$$a = 200 \text{ mm}$$

$$A_{sw1} = 0 \text{ mm}^2$$

$$\alpha = 45^\circ = 0,785 \text{ rad}$$

$$\rho_{wb} = A_{sw} / (b_w \cdot s \cdot \sin \alpha)$$

$$\rho_{wb} = \rho_{ws} + \rho_{wb} = 0,000 \%$$

$$\rho_{w,min} = (0.08 \cdot f_{ck}^{1/2}) / f_{yk} = 0,112$$

$$\rho_{w,max} = 0.5 \cdot v \cdot f_{cd} / f_{ywd} = 0,095 \%$$

$$1,177 \%$$

$$W_b = A_{swb} \cdot f_{yw} / s_b \cdot 0.9 \cdot d \cdot \sin \alpha \cdot (\cot \Theta + \cot \alpha)$$

$$= 0,0 \text{ kN}$$

průměr třmínků  
počet stříhů  
vzdálenost ohybů  
plocha 1. řady ohybů  
procento vyztužení  
min procento vyztužení **vyhovuje**  
max procento vyztužení **vyhovuje**  
síla přenášená ohyby

$$V_{RD3} = V_{wd} + V_b =$$

$$= 264,2 \text{ kNm} > 116,4 \text{ kNm} = V_{SD}$$

**Síla přenášená třmínky**  
návrhová pos. síla  
**vyhovuje**

**nosná konstrukce - dolní příčel**

**Použité materiály**

<b>Beton</b>		<b>C35/45</b>		
$f_{ck}$	=	35	Mpa	chaharakteristická hodnota meze pevnosti v tlaku
$f_{ctm}$	=	3,21	MPa	chaharakteristická hodnota meze pevnosti v tahu
$\alpha_{CC}$	=	0,85		součinitel dlouhodobých účinků
$\gamma_C$	=	1,5		součinitel spolehlivosti materiálu
$f_{cd}$	=	19,8	MPa	výpočtová hodnota meze pevnosti

<b>Výztuž</b>		<b>10505 R</b>	
$f_{yk}$	=	500 MPa	chaharakteristická hodnota meze pevnosti v tahu
$\gamma_s$	=	1,15	součinitel spolehlivosti materiálu
$f_{yd}$	=	435 MPa	výpočtová hodnota meze pevnosti

<b>Průřez</b>			
h	=	300 mm	výška průřezu
b	=	1000 mm	šířka průřezu

<b>Dimenze výztuže</b>						
d	=	16	0	0	mm	profil výztuže
n	=	6,67	6,67	6,67	ks	počet prutů v prvku
á	=	150	150	150	mm	rozeč prvků
A <sub>st</sub>	=	1340 mm <sup>2</sup>				plocha výztuže
a <sub>st</sub>	=	50	mm			krytí výztuže
d	=	242 mm				efektivní výška průřezu
μ	=	A <sub>st</sub> / b / h			= 0,45 %	procento vyztužení
μ <sub>min</sub>	=	0.26*f <sub>ctm</sub> *b <sub>t</sub> *h <sub>e</sub> /f <sub>yk</sub>			= 0,04039 %	minimální procento vyztužení
	=	0.0013*b <sub>t</sub> *h <sub>e</sub>			= 0,03146 %	
				max	= 0,04039	<b>vyhovuje</b>

**Moment únosnosti průřezu**

$\lambda$	=	0,8	koef průběhu napětí na betonu-rectangulární schéma		
$F_s$	=	$f_{yd} \cdot A_s$	=	583 kN	síla ve výztuži
$x_u$	=	$F_s / (f_{cd} \cdot b) / \lambda$	=	0,037 m	výška tlačené oblasti
$x_{lim}$	=	$d^* (\varepsilon_{cd}) / (\varepsilon_{cd} + \varepsilon_{yd})$	=	0,149 m	kontrola výšky tlačené oblasti
					<b>vyhovuje</b>
$z$	=	$d - x_u \cdot \lambda / 2$	=	0,227 m	rameno vnitřních sil
$M_{RD}$	=	$F_s \cdot z$			moment na mezi únosnosti
	=	132,5 kNm	>	90,7 kNm	= $M_{SD}$ návrhový ohybový moment
					<b>vyhovuje</b>

**Únosnost vyztužených prvků ve smyku**

$V_{Rd,c}$	=	$(CR_d \cdot k \cdot (100 \cdot r_1 \cdot f_{ck})^{1/3} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$			
	=	148,9 kN			
$V_{Rd,cmin}$	=	$(v_{min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$	=	132,2 kN	
$V_{Rd,c}$	=	148,9		pos.síla přenášená betonem	
$v_{min}$	=	$0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$	=	0,546 Mpa	
$C_{Rd,c}$	=	$0.18/\gamma_c$	=	0,12	
$k$	=	$1+(200/d)^{1/2}$	=	1,91	součinitel výšky průřezu
$\rho_1$	=	$A_{s1}/(b_w \cdot d)$	=	0,0055	vliv podélného vyztužení
$N_{sd}$	=	0 kN			normálová síla v průřezu
$A_c$	=	0,3 m <sup>2</sup>			plocha betonového průřezu
$\sigma_{cp}$	=	0 Mpa			
$\cot\Theta$	=	2,5			úhel tlakových diagonál
$l$	=	$z \cdot \cot\Theta$	=	605 mm	půd.dl.posuzovaného úseku
$v$	=	$0.6 \cdot (1-f_{ck}/250)$	=	0,52	

