

# Posouzení dimenzí trámu

Převázka 1-1

Vz/My

Účinky zatížení - ohybový moment

$$M_{Ed} = 91,00 \text{ kNm/m}$$

Materiálové charakteristiky

OCEL

B 500

charakteristická hodnota meze kluzu

$$f_{yk} = 500 \text{ Mpa}$$

dílčí součinitel spolehlivosti

$$\gamma_s = 1,15$$

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$$

$$f_{yd} = 434,78 \text{ Mpa}$$

BETON

C 20/25

charakteristická hodnota pevnosti

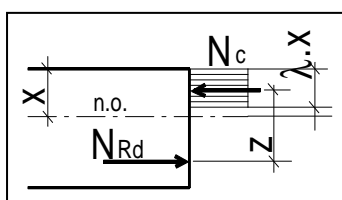
$$f_{ck} = 20 \text{ Mpa}$$

dílčí součinitel spolehlivosti

$$\gamma_c = 1,5$$

$$f_{cd} = f_{ck} / \gamma_c$$

$$f_{cd} = 13,33 \text{ Mpa}$$



GEOMETRIE TRÁMU

$$b = 500 \text{ mm}$$

$$h = 500 \text{ mm}$$

KRYTÍ

$$c_{min} = 33 \text{ mm}$$

$$d = h - c_{nom} - \phi / 2$$

$$d = 451 \text{ mm}$$

$$\Delta c_{dev} = 10 \text{ mm}$$

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$$

$$c_{nom} = 43 \text{ mm}$$

VÝZTUŽ

profil A

$$\phi = 12 \text{ mm}$$

$$\text{kusů} = 5$$

profil B

$$\phi = \text{mm}$$

$$\text{kusů} = \text{mm}$$

plocha 1 ks A

$$A_{st,1A} = \pi \cdot \phi^2 / 4$$

$$A_{st,1} = 113,04 \text{ mm}^2$$

plocha 1 ks B

$$A_{st,1B} = \pi \cdot \phi^2 / 4$$

$$A_{st,1} = 0 \text{ mm}^2$$

pl. výztuže celkem

$$A_{st} = A_{st,1A} \cdot \text{kusů A} + A_{st,1B} \cdot \text{kusů B}$$

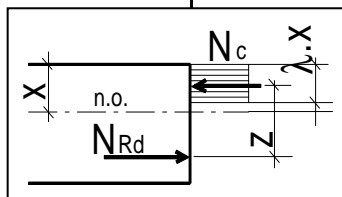
$$A_{st} = 565,2 \text{ mm}^2$$

maximální únosnost výztuže

$$N_{Rd} = A_{st} \cdot f_{yd}$$

$$N_{Rd} = 245,74 \text{ kN}$$

VÝPOČET TLAČENÉ OBLASTI BETONU A POSOUZENÍ VÝZTUŽE



součinitel tlakové pevnosti betonu

$$\eta = 1$$

souč. efektivní výšky tlačené zóny

$$\lambda = 0,8$$

výška tlačené oblasti

$$x = N_{Rd} / (\lambda \cdot b \cdot \eta \cdot f_{cd})$$

$$x = 46,08 \text{ mm}$$

rameno vnitřních sil

$$z = d - (\lambda \cdot x) / 2$$

$$z = 432,57 \text{ mm}$$

OHYBOVÁ ÚNOSNOST

$$M_{Rd} = N_{Rd} \cdot z$$

$$M_{Rd} = 106,30 \text{ kNm/m}$$

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

$$91,00 \text{ kNm/m} \leq$$

$$106,30 \text{ kNm/m}$$

Vyhovuje

pevnost bet. v tahu

$$f_{ctm} = 2,2$$

Mpa

$$A_{st,max} = 0,04 A_c$$

$$A_{st,max} = 10000 \text{ mm}^2$$

$A_{st}$

$$565,2 \text{ Vyhovuje}$$

$$A_{st,min} = 0,26 f_{ctm} \cdot b_t \cdot d / f_{yk}$$

$$A_{st,min} = 257,972 \text{ mm}^2$$

$$565,2 \text{ Vyhovuje}$$

Ověření započitatelnosti výztuže

$$\xi = x/d$$

$$\xi = 0,102164$$

$$\text{Podmínka } \xi_{bal,1} \geq \xi$$

$$\xi_{bal,1} = \epsilon_{cu3} / (\epsilon_{cu3} + \epsilon_{yd})$$

$$\xi_{bal,1} = 0,616858$$

Vyhovuje

$$\epsilon_{yd} = f_{yd} / E_s$$

$$\epsilon_{yd} = 0,002174$$

$$\epsilon_{cu3} = 3,5$$

$$E_s = 200$$

$$\text{GPa}$$

$k = 1 + (200/d)^{1/2}$	
maximálně $k = 2$	
1,88692	2
<b>k = 1,8869</b>	
<b>Výpočet <math>A_{sl}</math></b>	
profil	kusů
12	5
plocha	565
plocha	0
plocha	0
<b>celkem</b>	<b>565</b>
Třmínky	
profil	střihů
8	4
plocha	201
cotg $\theta = 1,73$	
cotg <sup>2</sup> $\theta = 3,00$	
$\theta(\text{rad}) = 0,523333$	
stupeň smykového vyztužení	
limit smykového napětí (duktilita)	

<b>Posouzení smyku</b>		Převázka 1-1 Vz/My		<b>V<sub>Ed</sub> = 361,00 kN</b>	
Návrhová hodnota působící posouvající síly					
<b>Materiálové charakteristiky</b>					
<b>OCEL</b>	<b>B 500</b>	charakteristická hodnota meze kluzu		<b>f<sub>yk</sub> = 500 Mpa</b>	
		dílčí součinitel spolehlivosti		<b>γ<sub>s</sub> = 1,15</b>	
		<b>f<sub>yd</sub> = f<sub>yk</sub> / γ<sub>s</sub></b>		<b>f<sub>yd</sub> = 434,78 Mpa</b>	
<b>BETON</b>	<b>C20/25</b>	charakteristická hodnota pevnosti		<b>f<sub>ck</sub> = 20 Mpa</b>	
		dílčí součinitel spolehlivosti		<b>γ<sub>c</sub> = 1,5</b>	
		<b>f<sub>cd</sub> = f<sub>ck</sub> / γ<sub>c</sub></b>		<b>f<sub>cd</sub> = 13,33 Mpa</b>	
		<b>C<sub>Rd,c</sub> = 0,18/γ<sub>c</sub></b>		<b>C<sub>Rd,c</sub> = 0,12</b>	
<b>GEOMETRIE PRVKU</b>		šířka		<b>b<sub>w</sub> = 500 mm</b>	
		účinná výška		<b>d = 451 mm</b>	
plocha započítatelné podélné výztuže				<b>A<sub>sl</sub> = 565 mm²</b>	
geometrický stupeň vyztužení započítatelnou podélnou výztuží				<b>ρ<sub>l</sub> = 0,002506</b>	
<b>ρ<sub>l</sub> = A<sub>sl</sub> / (b<sub>w</sub> * d)</b>		<b>0,002506</b>		maximálně 0,02	
<b>Smyková únosnost prvku bez smykové výztuže</b>					
<b>V<sub>Rd,cm</sub> = C<sub>Rd,c</sub> * k(100ρ<sub>l</sub>f<sub>ck</sub>)<sup>1/3</sup> * b<sub>w</sub> * d</b>				<b>V<sub>Rd,cm</sub> = 87,39 kN</b>	
Minimální smyková únosnost				<b>min V<sub>Rd,cm</sub> = 91,49 kN</b>	
<b>min V<sub>Rd,cm</sub> = 0,035 * k<sup>(1,5)</sup> * f<sub>ck</sub><sup>(0,5)</sup> * b<sub>w</sub> * d</b>				<b>V<sub>Rd,cm</sub> = 91,49 kN</b>	
<b>Smyková únosnost prvků se třmínky</b> třmínky svislé: cotg α = 0					
průřezová plocha jednoho třmínku				<b>A<sub>sw</sub> = 201 mm²</b>	
vzdálenost třmínků				<b>min 0,75 d    338,25</b>	
úhel který svírá tlaková diagonála s podélnou osou prvku 22°-45°				<b>s = 150 mm</b>	
rameno vnitřních sil      z = d - (λ.x)/2				<b>θ = 30 deg</b>	
redukce pevnosti betonu v diagonálách v = 0,6(1-f <sub>ck</sub> /250)				<b>z = 432,57 mm</b>	
				<b>v = 0,552</b>	
<b>Únosnost svislých třmínků</b>				<b>V<sub>Rd,s</sub> = 436,69 kN</b>	
<b>V<sub>Rd,s</sub> = (A<sub>sw</sub> * f<sub>yd</sub> * z * cotg θ) / s</b>					
<b>Únosnost tlačných betonových diagonál</b>				<b>V<sub>Rd,max</sub> = 689,08 kN</b>	
<b>V<sub>Rd,max</sub> = (v * f<sub>cd</sub> * z * b<sub>w</sub> * cotg θ) / (coz g<sup>2</sup> θ + 1)</b>					
<b>V<sub>Rd,max</sub> &gt; V<sub>Rd,s</sub></b>				<b>vyhovuje</b>	
<b>V<sub>Rd,s</sub> &gt; V<sub>Ed</sub></b>				<b>vyhovuje</b>	
<b>Ověření splnění požadavků normy</b>					
<b>min ρ<sub>w</sub> = 0,08 * f<sub>ck</sub><sup>1/2</sup> / f<sub>ywk</sub></b>		<b>min ρ<sub>w</sub> = 0,000716</b>		<b>min ρ<sub>w</sub> &lt; ρ<sub>w</sub></b>	
<b>ρ<sub>w</sub> = A<sub>sw</sub> / (b<sub>w</sub> * s)</b>		<b>ρ<sub>w</sub> = 0,002679</b>		<b>splněno</b>	
<b>A<sub>sw</sub> * f<sub>ywd</sub> / (b<sub>w</sub> * s) = 1,165 (a)</b>		<b>0,5 * v * f<sub>cd</sub> = 3,680 (b)</b>		<b>(a) &lt; (b)</b>	
				<b>splněno</b>	

# Posouzení dimenzí trámu

Převázka 1-1

Vy/Mz

Účinky zatížení - ohybový moment

$$M_{Ed} = 29,00 \text{ kNm/m}$$

Materiálové charakteristiky

OCEL

B 500

charakteristická hodnota meze kluzu

$$f_{yk} = 500 \text{ Mpa}$$

dílčí součinitel spolehlivosti

$$\gamma_s = 1,15$$

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$$

$$f_{yd} = 434,78 \text{ Mpa}$$

BETON

C 20/25

charakteristická hodnota pevnosti

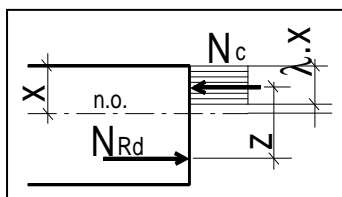
$$f_{ck} = 20 \text{ Mpa}$$

dílčí součinitel spolehlivosti

$$\gamma_c = 1,5$$

$$f_{cd} = f_{ck} / \gamma_c$$

$$f_{cd} = 13,33 \text{ Mpa}$$



GEOMETRIE TRÁMU

$$b = 500 \text{ mm}$$

$$h = 500 \text{ mm}$$

KRYTÍ

$$c_{min} = 33 \text{ mm}$$

$$d = h - c_{nom} - \phi / 2$$

$$d = 451 \text{ mm}$$

$$\Delta c_{dev} = 10 \text{ mm}$$

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$$

$$c_{nom} = 43 \text{ mm}$$

VÝZTUŽ

profil A

$$\phi = 12 \text{ mm}$$

$$\text{kusů} = 3$$

profil B

$$\phi = \text{mm}$$

$$\text{kusů} = \text{mm}$$

plocha 1 ks A

$$A_{st,1A} = \pi \cdot \phi^2 / 4$$

$$A_{st,1} = 113,04 \text{ mm}^2$$

plocha 1 ks B

$$A_{st,1B} = \pi \cdot \phi^2 / 4$$

$$A_{st,1} = 0 \text{ mm}^2$$

pl. výztuže celkem

$$A_{st} = A_{st,1A} \cdot \text{kusů A} + A_{st,1B} \cdot \text{kusů B}$$

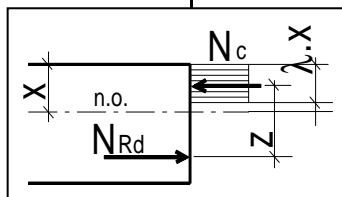
$$A_{st} = 339,12 \text{ mm}^2$$

maximální únosnost výztuže

$$N_{Rd} = A_{st} \cdot f_{yd}$$

$$N_{Rd} = 147,44 \text{ kN}$$

VÝPOČET TLAČENÉ OBLASTI BETONU A POSOUZENÍ VÝZTUŽE



součinitel tlakové pevnosti betonu

$$\eta = 1$$

souč. efektivní výšky tlačené zóny

$$\lambda = 0,8$$

výška tlačené oblasti

$$x = N_{Rd} / (\lambda \cdot b \cdot \eta \cdot f_{cd})$$

$$x = 27,65 \text{ mm}$$

rameno vnitřních sil

$$z = d - (\lambda \cdot x) / 2$$

$$z = 439,94 \text{ mm}$$

OHYBOVÁ ÚNOSNOST

$$M_{Rd} = N_{Rd} \cdot z$$

$$M_{Rd} = 64,87 \text{ kNm/m}$$

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

$$29,00 \text{ kNm/m} \leq$$

$$64,87 \text{ kNm/m}$$

Vyhovuje

pevnost bet. v tahu

$$f_{ctm} = 2,2$$

Mpa

$$A_{st,max} = 0,04 A_c$$

$$A_{st,max} = 10000 \text{ mm}^2$$

$A_{st}$

$$339,12 \text{ Vyhovuje}$$

$$A_{st,min} = 0,26 f_{ctm} \cdot b_t \cdot d / f_{yk}$$

$$A_{st,min} = 257,972 \text{ mm}^2$$

$$339,12 \text{ Vyhovuje}$$

Ověření započitatelnosti výztuže

$$\xi = x/d$$

$$\xi = 0,061299$$

$$\text{Podmínka } \xi_{bal,1} \geq \xi$$

$$\xi_{bal,1} = \epsilon_{cu3} / (\epsilon_{cu3} + \epsilon_{yd})$$

$$\xi_{bal,1} = 0,616858$$

Vyhovuje

$$\epsilon_{yd} = f_{yd} / E_s$$

$$\epsilon_{yd} = 0,002174$$

$$\epsilon_{cu3} = 3,5$$

$$E_s = 200$$

$$\text{GPa}$$

$k = 1 + (200/d)^{1/2}$	
maximálně $k = 2$	
1,88692	2
<b>k = 1,8869</b>	
<b>Výpočet <math>A_{sl}</math></b>	
profil	kusů
12	3
plocha	339
plocha	0
plocha	0
<b>celkem</b>	<b>339</b>
Třmínky	
profil	střihů
8	2
plocha	100
cotg $\theta = 1,73$	
cotg <sup>2</sup> $\theta = 3,00$	
$\theta(\text{rad}) = 0,523333$	
stupeň smykového vyztužení	
limit smykového napětí (duktilita)	

<b>Posouzení smyku</b>		Převázka 1-1 Vy/Mz		<b>V<sub>Ed</sub> = 116,00 kN</b>	
Návrhová hodnota působící posouvající síly					
<b>Materiálové charakteristiky</b>					
<b>OCEL</b>	<b>B 500</b>	charakteristická hodnota meze kluzu		<b>f<sub>yk</sub> = 500 Mpa</b>	
		díličí součinitel spolehlivosti		<b>γ<sub>s</sub> = 1,15</b>	
		<b>f<sub>yd</sub> = f<sub>yk</sub> / γ<sub>s</sub></b>		<b>f<sub>yd</sub> = 434,78 Mpa</b>	
<b>BETON</b>	<b>C20/25</b>	charakteristická hodnota pevnosti		<b>f<sub>ck</sub> = 20 Mpa</b>	
		díličí součinitel spolehlivosti		<b>γ<sub>c</sub> = 1,5</b>	
		<b>f<sub>cd</sub> = f<sub>ck</sub> / γ<sub>c</sub></b>		<b>f<sub>cd</sub> = 13,33 Mpa</b>	
		<b>C<sub>Rd,c</sub> = 0,18/γ<sub>c</sub></b>		<b>C<sub>Rd,c</sub> = 0,12</b>	
<b>GEOMETRIE PRVKU</b>		šířka		<b>b<sub>w</sub> = 500 mm</b>	
		účinná výška		<b>d = 451 mm</b>	
plocha započítatelné podélné výztuže				<b>A<sub>sl</sub> = 339 mm2</b>	
geometrický stupeň vyztužení započítatelnou podélnou výztuží				<b>ρ<sub>l</sub> = 0,001504</b>	
ρ <sub>l</sub> = A <sub>sl</sub> /(b <sub>w</sub> *d)		0,001504		maximálně 0,02	
<b>Smyková únosnost prvku bez smykové výztuže</b>					
<b>V<sub>Rd,cm</sub> = C<sub>Rd,c</sub> * k(100ρ<sub>l</sub>f<sub>ck</sub>)<sup>1/3</sup> * b<sub>w</sub> * d</b>				<b>V<sub>Rd,cm</sub> = 73,70 kN</b>	
Minimální smyková únosnost				<b>minV<sub>Rd,cm</sub> = 91,49 kN</b>	
<b>minV<sub>Rd,cm</sub> = 0,035*k<sup>(1,5)</sup> * f<sub>ck</sub><sup>(0,5)</sup>*b<sub>w</sub>*d</b>				<b>V<sub>Rd,cm</sub> = 91,49 kN</b>	
<b>Smyková únosnost prvků se třmínky</b> třmínky svislé: cotg α = 0					
průřezová plocha jednoho třmínku				<b>A<sub>sw</sub> = 100 mm2</b>	
vzdálenost třmínků <b>min 0,75 d      338,25</b>				<b>s = 150 mm</b>	
úhel který svírá tlaková diagonála s podélnou osou prvku 22°-45°				<b>θ = 30 deg</b>	
rameno vnitřních sil      z = d - (λ.x)/2				<b>z = 439,94 mm</b>	
redukce pevnosti betonu v diagonálách v = 0,6(1-f <sub>ck</sub> /250)				<b>v = 0,552</b>	
<b>Únosnost svislých třmínků</b>					
<b>V<sub>Rd,s</sub> = (A<sub>sw</sub> * f<sub>yd</sub> * z * cotg θ) / s</b>				<b>V<sub>Rd,s</sub> = 222,07 kN</b>	
<b>Únosnost tlačných betonových diagonál</b>					
<b>V<sub>Rd,max</sub> = (v * f<sub>cd</sub> * z * b<sub>w</sub> * cotg θ) / (cozγ<sup>2</sup>θ +1)</b>				<b>V<sub>Rd,max</sub> = 700,82 kN</b>	
<b>V<sub>Rd,max</sub> &gt; V<sub>Rd,s</sub></b>				<b>vyhovuje</b>	
<b>V<sub>Rd,s</sub> &gt; V<sub>Ed</sub></b>				<b>vyhovuje</b>	
<b>Ověření splnění požadavků normy</b>					
min ρ <sub>w</sub> = 0,08*f <sub>ck</sub> <sup>1/2</sup> /f <sub>ywk</sub>		min ρ <sub>w</sub> = 0,000716		min ρ <sub>w</sub> < ρ <sub>w</sub>	
ρ <sub>w</sub> = A <sub>sw</sub> /(b <sub>w</sub> *s)		ρ <sub>w</sub> = 0,00134		splněno	
A <sub>sw</sub> *f <sub>ywd</sub> /(b <sub>w</sub> *s) =		0,582 (a)		(a) < (b)	
0,5*v*f <sub>cd</sub> =		3,680 (b)		splněno	