

Posouzení dimenzí trámu

Převázka 1-2

My/Vz

Účinky zatížení - ohybový moment

$$M_{Ed} = 147,00 \text{ kNm/m}$$

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

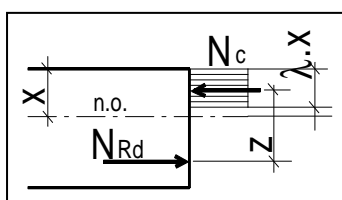
$$f_{ck} = 20 \text{ Mpa}$$

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

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

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

$$d = 447 \text{ mm}$$

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

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

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

VÝZTUŽ

profil A

$$\phi = 20 \text{ mm}$$

$$\text{kusů} = 4$$

profil B

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

$$\text{kusů} =$$

plocha 1 ks A

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

$$A_{st,1} = 314 \text{ mm}^2$$

plocha 1 ks B

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

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

pl. výztuže celkem

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

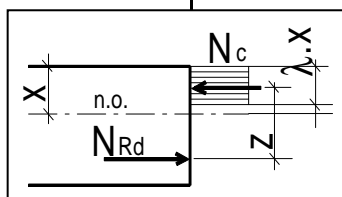
$$A_{st} = 1256 \text{ mm}^2$$

maximální únosnost výztuže

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

$$N_{Rd} = 546,09 \text{ kN}$$

VÝPOČET TLAČENÉ OBLASTI BETONU A POSOUZENÍ VÝZTUŽE



součinitel tlakové pevnosti betonu

$$\eta = 1$$

souč. efektivní výšky tlačené zóny

$$\lambda = 0,8$$

výška tlačené oblasti

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

$$x = 102,39 \text{ mm}$$

rameno vnitřních sil

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

$$z = 406,04 \text{ mm}$$

OHYBOVÁ ÚNOSNOST

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

$$M_{Rd} = 221,74 \text{ kNm/m}$$

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

$$147,00 \text{ kNm/m} \leq$$

$$221,74 \text{ kNm/m}$$

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}

$$1256 \text{ Vyhovuje}$$

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

$$A_{st,min} = 255,684 \text{ mm}^2$$

$$1256 \text{ Vyhovuje}$$

Ověření započitatelnosti výztuže

$$\xi = x/d$$

$$\xi = 0,229063$$

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

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

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

Vyhovuje

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

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

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

$$E_s = 200$$

$$\text{GPa}$$

$$k = 1 + (200/d)^{1/2}$$

$$\text{maximálně } k = 2$$

$$1,89485 \quad 2$$

$$k = 1,8949$$

Výpočet A_{sl}

profil kusů

20 4

plocha 1256

plocha 0

plocha 0

celkem 1256

Třmínky

profil stříhů

8 4

plocha 201

cotg $\theta = 1,73$

cotg² $\theta = 3,00$

$\theta(\text{rad}) = 0,523333$

Posouzení smyku Převážka 1-2 Vz/My

Návrhová hodnota působící posouvající síly

$$V_{Ed} = 281,00 \text{ kN}$$

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 C20/25

charakteristická hodnota pevnosti

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

dílčí součinitel spolehlivosti

$$\gamma_c = 1,5$$

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

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

$$C_{Rd,c} = 0,18 / \gamma_c$$

$$C_{Rd,c} = 0,12$$

GEOMETRIE PRVKU

šířka

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

účinná výška

$$d = 447 \text{ mm}$$

plocha započítatelné podélné výztuže

$$A_{sl} = 1256 \text{ mm}^2$$

geometrický stupeň vyztužení započítatelnou podélnou výztuží

$$\rho_l = 0,00562$$

$$\rho_l = A_{sl} / (b_w * d)$$

$$0,00562 \quad \text{maximálně } 0,02$$

Smyková únosnost prvku bez smykové výztuže

$$V_{Rd,cm} = C_{Rd,c} * k(100\rho_l f_{ck})^{1/3} * b_w * d$$

$$V_{Rd,cm} = 113,84 \text{ kN}$$

Minimální smyková únosnost

$$\min V_{Rd,cm} = 91,25 \text{ kN}$$

$$\min V_{Rd,cm} = 0,035 * k^{(1,5)} * f_{ck}^{(0,5)} * b_w * d$$

$$V_{Rd,cm} = 113,84 \text{ kN}$$

Smyková únosnost prvků se třmínky

třmínky svislé: cotg $\alpha = 0$

průřezová plocha jednoho třmínku

$$A_{sw} = 201 \text{ mm}^2$$

vzdálenost třmínků

$$\min 0,75 d \quad 335,25$$

úhel který svírá tlaková diagonála s podélnou osou prvku 22°-45°

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

rameno vnitřních sil

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

$$\theta = 30 \text{ deg}$$

redukce pevnosti betonu v diagonálách $v = 0,6(1 - f_{ck}/250)$

$$z = 406,04 \text{ mm}$$

$$v = 0,552$$

Únosnost svislých třmínků

$$V_{Rd,s} = (A_{sw} * f_{yd} * z * \cotg \theta) / s$$

$$V_{Rd,s} = 307,43 \text{ kN}$$

Únosnost tlačných betonových diagonál

$$V_{Rd,max} = (v * f_{cd} * z * b_w * \cotg \theta) / (\cotg^2 \theta + 1)$$

$$V_{Rd,max} = 646,82 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,max} > V_{Rd,s}$$

vyhovuje

$$V_{Rd,s} > V_{Ed}$$

vyhovuje

Ověření splnění požadavků normy

$$\min \rho_w = 0,08 * f_{ck}^{1/2} / f_{ywk}$$

$$\min \rho_w = 0,000716$$

$$\rho_w = A_{sw} / (b_w * s)$$

$$\rho_w = 0,00201$$

$$\min \rho_w < \rho_w$$

splněno

$$A_{sw} * f_{ywd} / (b_w * s) = 0,874 \text{ (a)}$$

$$0,5 * v * f_{cd} = 3,680 \text{ (b)}$$

$$(a) < (b)$$

splněno

Posouzení dimenzí trámu

Převázka 1-2

Vy/Mz

Účinky zatížení - ohybový moment

$M_{Ed} = 46,00 \text{ kNm/m}$

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

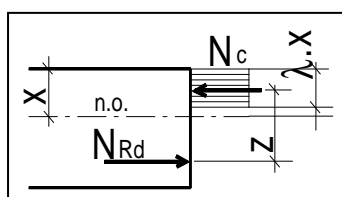
$f_{ck} = 20 \text{ Mpa}$

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

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

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

$d = 447 \text{ mm}$

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

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

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

VÝZTUŽ

profil A

$\phi = 20 \text{ mm}$

kusů = 1

profil B

$\phi = \text{mm}$

kusů =

plocha 1 ks A

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

$A_{st,1} = 314 \text{ mm}^2$

plocha 1 ks B

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

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

pl. výztuže celkem

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

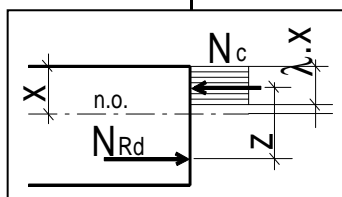
$A_{st} = 314 \text{ mm}^2$

maximální únosnost výztuže

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

$N_{Rd} = 136,52 \text{ kN}$

VÝPOČET TLAČENÉ OBLASTI BETONU A POSOUZENÍ VÝZTUŽE



součinitel tlakové pevnosti betonu

$\eta = 1$

souč. efektivní výšky tlačené zóny

$\lambda = 0,8$

výška tlačené oblasti

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

$x = 25,60 \text{ mm}$

rameno vnitřních sil

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

$z = 436,76 \text{ mm}$

OHYBOVÁ ÚNOSNOST

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

$M_{Rd} = 59,63 \text{ kNm/m}$

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

$46,00 \text{ kNm/m} \leq$

$59,63 \text{ kNm/m}$

Vyhovuje

pevnost bet. v tahu

$f_{ctm} = 2,2 \text{ Mpa}$

Mpa

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

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

A_{st}

314 Vyhovuje

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

$A_{st,min} = 255,684 \text{ mm}^2$

314 Vyhovuje

Ověření započitatelnosti výztuže

$\xi = x/d$

$\xi = 0,057266$

Podmínka $\xi_{bal,1} \geq \xi$

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

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

Vyhovuje

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

$\epsilon_{yd} = 0,002174$

$\epsilon_{cu3} = 3,5$

$E_s = 200 \text{ GPa}$

GPa

$k = 1 + (200/d)^{1/2}$	
maximálně $k = 2$	
1,89485	2
k = 1,8949	
Výpočet A_{sl}	
profil	kusů
20	1
plocha	314
plocha	0
plocha	0
celkem	314
Třmínky	
profil	střihů
8	2
plocha	100
cotg $\theta = 1,73$	
cotg ² $\theta = 3,00$	
$\theta(\text{rad}) = 0,523333$	
stupeň smykového vyztužení	
limit smykového napětí (duktilita)	

Posouzení smyku

Převážka 1-2 Vy/Mz

Návrhová hodnota působící posouvající síly

$$V_{Ed} = 92,00 \text{ kN}$$

Materiálové charakteristiky

OCEL B 500

charakteristická hodnota meze kluzu

dílčí součinitel spolehlivosti

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

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

$$\gamma_s = 1,15$$

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

BETON C20/25

charakteristická hodnota pevnosti

dílčí součinitel spolehlivosti

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

$$C_{Rd,c} = 0,18 / \gamma_c$$

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

$$\gamma_c = 1,5$$

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

$$C_{Rd,c} = 0,12$$

GEOMETRIE PRVKU

šířka

účinná výška

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

$$d = 447 \text{ mm}$$

$$A_{sl} = 314 \text{ mm}^2$$

$$\rho_l = 0,001405$$

plocha započítatelné podélné výztuže

geometrický stupeň vyztužení započítatelnou podélnou výztuží

$$\rho_l = A_{sl} / (b_w * d) \quad 0,001405 \quad \text{maximálně } 0,02$$

Smyková únosnost prvku bez smykové výztuže

$$V_{Rd,cm} = C_{Rd,c} * k(100\rho_l f_{ck})^{1/3} * b_w * d$$

$$V_{Rd,cm} = 71,71 \text{ kN}$$

Minimální smyková únosnost

$$\min V_{Rd,cm} = 91,25 \text{ kN}$$

$$\min V_{Rd,cm} = 0,035 * k^{(1,5)} * f_{ck}^{(0,5)} * b_w * d$$

$$V_{Rd,cm} = 91,25 \text{ kN}$$

Smyková únosnost prvků se třmínky

třmínky svislé: cotg $\alpha = 0$

průřezová plocha jednoho třmínku

$$A_{sw} = 100 \text{ mm}^2$$

vzdálenost třmínků

$$\min 0,75 d \quad 335,25$$

úhel který svírá tlaková diagonála s podélnou osou prvku 22°-45°

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

redukce pevnosti betonu v diagonálách $v = 0,6(1 - f_{ck}/250)$

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

$$\theta = 30 \text{ deg}$$

$$z = 436,76 \text{ mm}$$

$$v = 0,552$$

Únosnost svislých třmínků

$$V_{Rd,s} = (A_{sw} * f_{yd} * z * \cotg \theta) / s$$

$$V_{Rd,s} = 165,35 \text{ kN}$$

Únosnost tlačných betonových diagonál

$$V_{Rd,max} = (v * f_{cd} * z * b_w * \cotg \theta) / (\cotg^2 \theta + 1)$$

$$V_{Rd,max} = 695,76 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,max} > V_{Rd,s}$$

vyhovuje

$$V_{Rd,s} > V_{Ed}$$

vyhovuje

Ověření splnění požadavků normy

$$\min \rho_w = 0,08 * f_{ck}^{1/2} / f_{yk}$$

$$\min \rho_w = 0,000716$$

$$\rho_w = A_{sw} / (b_w * s)$$

$$\rho_w = 0,001005$$

$$\min \rho_w < \rho_w$$

splněno

$$A_{sw} * f_{ywd} / (b_w * s) = 0,437 \text{ (a)}$$

$$0,5 * v * f_{cd} = 3,680 \text{ (b)}$$

$$(a) < (b)$$

splněno