

Odpovědný projektant:		Vypracoval:			
Ing. Slavomír Racek		Ing. Slavomír Racek			
OBEC: Plzeň		KRAJ: Plzeňský			
INVESTOR:					
ARCHITEKT:					
<b>Výměna střešní krytiny Obchodní akademie Plzeň</b> na pozemku č. kat. 6014/1  <b>ÚPRAVA KROVU</b>				ZMĚNA:	--
				DATUM:	04/2020
				STUPEŇ:	OP
				Č. ZAKÁZKY:	66/20
STAVEBNĚ KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ				PŘÍLOHA Č.:	D.1.2.

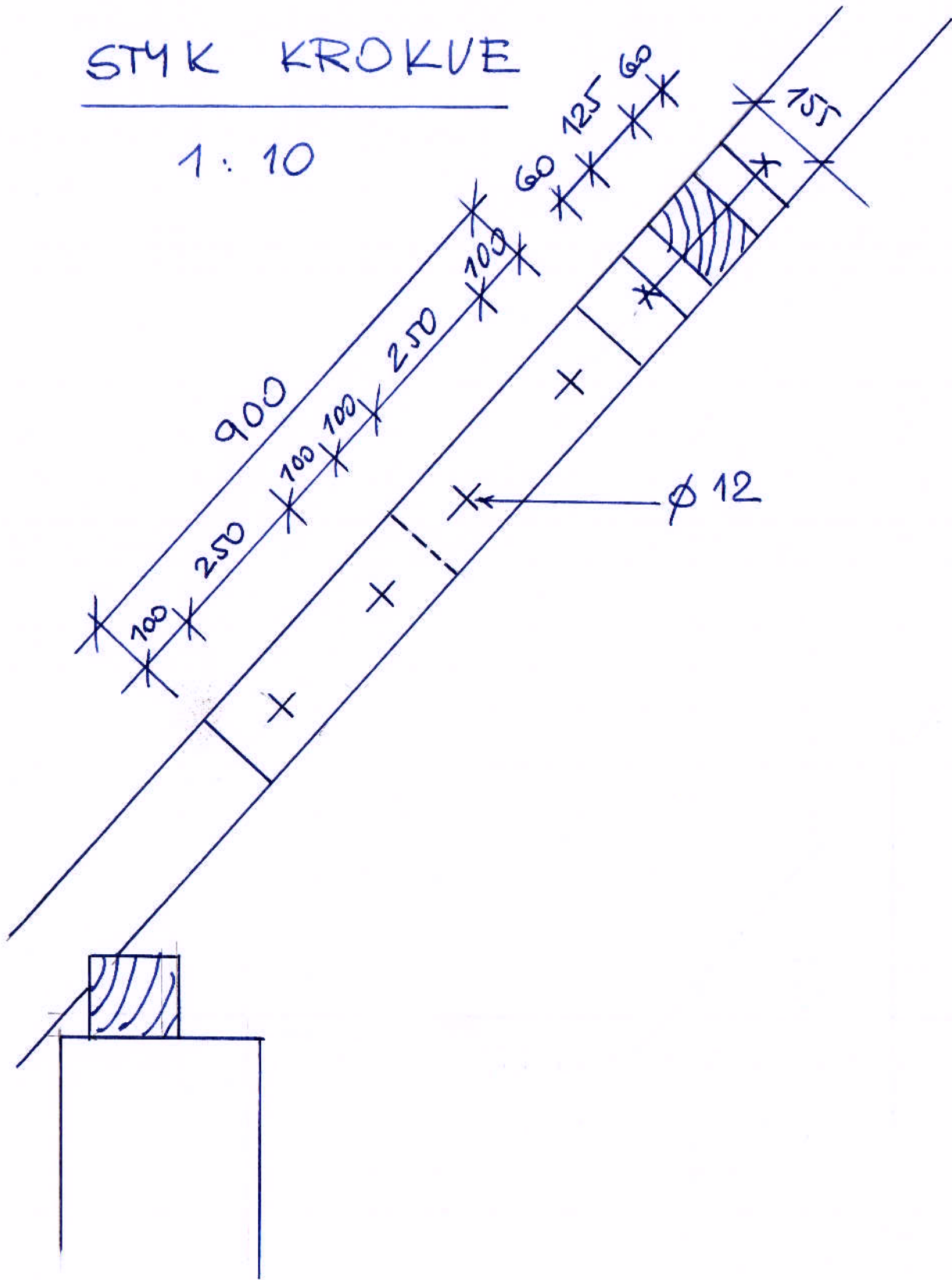
# OBSAH

Oprava - styk - krokve

Oprava vazného trámu

## STYK KROKVE

1: 10



# POSOUZENÍ SVORNÍKU V KROKVI

Únosnost spojovacího prostředku v dvojstřížném spoji

$$F_{v,Rk} = \min \left\{ \begin{array}{l} f_{h,1,k} t_1 d \\ 0,5 f_{h,2,k} t_2 d \\ 1,05 \frac{f_{h,1,k} t_1 d}{2 + \beta} \left[ \sqrt{2\beta(1 + \beta) + \frac{4\beta(2 + \beta)M_{y,Rk}}{f_{h,1,k} d t_1^2}} - \beta \right] + \frac{F_{ax,Rk}}{4} \\ 1,15 \sqrt{\frac{2\beta}{1 + \beta}} \sqrt{2M_{y,Rk} f_{h,1,k} d} + \frac{F_{ax,Rk}}{4} \end{array} \right.$$

Kde  $f_{h,1,k}$  je pevnost v otláčení pro  $t_1$   
 $f_{h,2,k}$  je pevnost v otláčení pro  $t_2$

Hodnoty charakteristické pevnosti v otláčení jehličnatého dřeva

$$f_{h,k} = 0,082 \cdot (1 - 0,01d) \rho_k \quad [\text{MPa}]$$

$$f_{h,\alpha,k} = \frac{f_{h,k}}{k_{90} \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha} \quad [\text{MPa}]$$

$\alpha = 90^\circ$  úhel zatížení vzhledem k vláknům

$k_{90} = 1,53$  pro rostlé dřevo

Rozměry svorníku

$d = 12 \text{ mm}$  profil svorníku  
 $t_1 = 60 \text{ mm}$  tloušťka přikládaného prvku  
 $t_2 = 125 \text{ mm}$  tloušťka uloženého prvku

$M_{y,Rk} = 150 d^{2,6}$  je plastický moment únosnosti spojovacího prostředku

$F_{ax,Rk}$  je charakteristická mezní síla při vytažení spojovacího prostředku.

Pokud není známa, uvažuje se rovna nule

Při dosazení návrhových hodnot  $f_{h,1,d}$ ,  $f_{h,2,d}$  a  $M_{y,Rd}$  dostaneme i návrhovou únosnost  $F_{v,Rd}$

$$f_{h,1,d} = \frac{k_{\text{mod}, 1} \cdot f_{h,1,k}}{\gamma_M} \quad [\text{MPa}]$$

$$f_{h,2,d} = \frac{k_{\text{mod}, 2} \cdot f_{h,2,k}}{\gamma_M} \quad [\text{MPa}]$$

$$M_{y,Rd} = \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_M} \quad [\text{kNm}]$$

### Hodnoty součinitele vlastností materiálu

$$\gamma_M = 1,3 \text{ pro dřevo}$$

### Hodnoty $k_{mod}$ pro třídu vlhkosti 1 a krátkodobé proměnné zatížení

$$k_{mod} = 0,9 \text{ pro rostlédřevo podle prEN 300}$$

### Hodnoty $\rho_k$ pro použité materiály

$$\rho_k = \begin{array}{ll} 480 \text{ MPa} & \text{třída dřeva: Překližka} \\ 350 \text{ MPa} & \text{C24} \end{array} \quad \begin{array}{l} \text{přikládáný prvek} \\ \text{uložený prvek} \end{array}$$

### Charakteristické hodnoty pevnost v otlačení

$$f_{h,1,k} = 34,64 \text{ MPa}$$

$$f_{h,2,k} = 25,26 \text{ MPa}$$

$$f_{h,\alpha 1,k} = 22,64 \text{ MPa} \quad \text{pevnost v otlačení jehličnatého dřeva}$$

$$f_{h,\alpha 2,k} = 16,51 \text{ MPa} \quad \text{pevnost v otlačení jehličnatého dřeva}$$

### Návrhové hodnoty pevnost v otlačení

$$f_{h,1,d} = 15,67 \text{ MPa} \quad \text{návrhová pevnost v otlačení jehličnatého dřeva}$$

$$f_{h,2,d} = 11,43 \text{ MPa} \quad \text{návrhová pevnost v otlačení jehličnatého dřeva}$$

### Faktor $\beta$

$$\beta = \frac{f_{h,2,k}}{f_{h,1,k}} \quad \beta = 0,73$$

### Plastický moment únosnosti svorníku

$$M_{y,Rk} = 95931,78 \text{ Nmm}$$

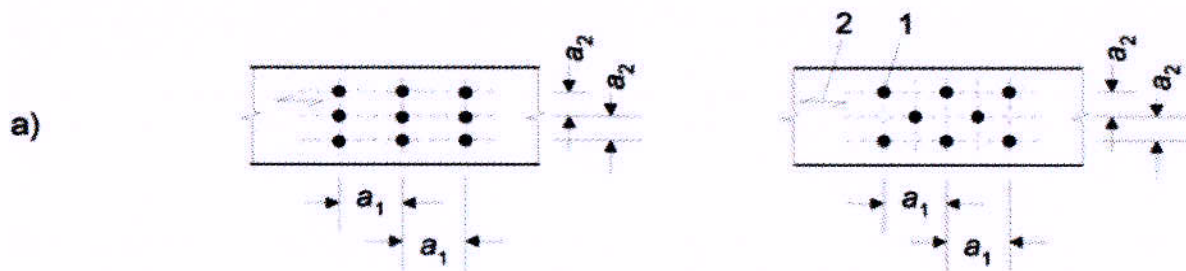
$$M_{y,Rd} = 73793,68 \text{ Nmm}$$

### Návrhová únosnost svorníku

$F_{v,Rd} =$	4826,99 N	dvojstřížný spoj
$2 \times F_{v,Rd} =$	9653,98 N	

## ROZTEČE A VZDÁLENOSTI OD KONCŮ A OKRAJŮ

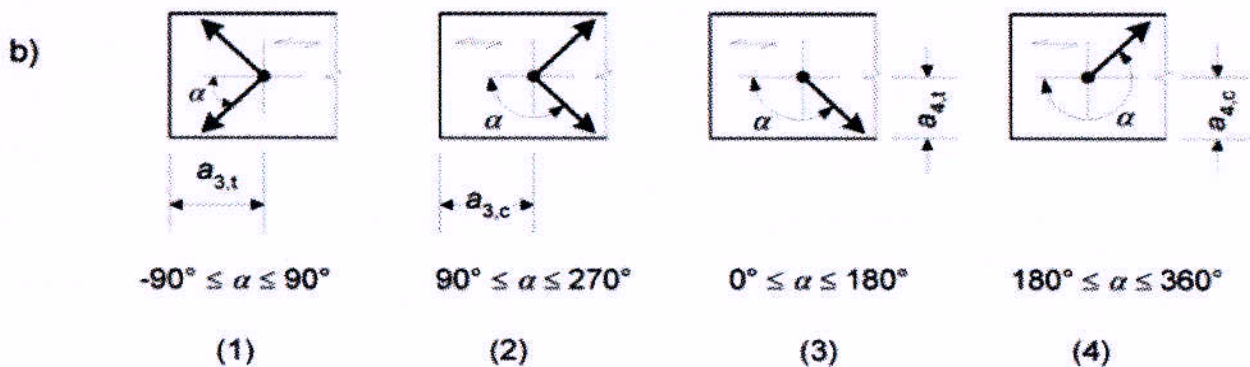
a) Rovnoběžně s vlákny v řadě a kolmo k vláknům mezi řadami



$$a_1 = (4 + |\cos \alpha|)d = 48 \text{ mm}$$

$$a_2 = 4d = 48 \text{ mm}$$

b) Vzdálenosti od okrajů a konců



(1) Zatížený konec	$a_{3,t} =$	84 mm
(2) Nezatížený konec	$a_{3,c} =$	48 mm
(3) Zatížený okraj	$a_{4,t} =$	48 mm
(4) Nezatížený okraj	$a_{4,c} =$	36 mm

## STYK KROKVE

Návrhové síly ve stykovaném průřezu:

Ohybový moment 1,89 kNm

Osová síla 1,0 kN

Posouvající síla 1,5 kN

Únosnost dvoustřížného svorníku dle předchozího výpočtu 9,65 kN

Osová síla připadající na jeden svorník ze dvou 0,5 kN

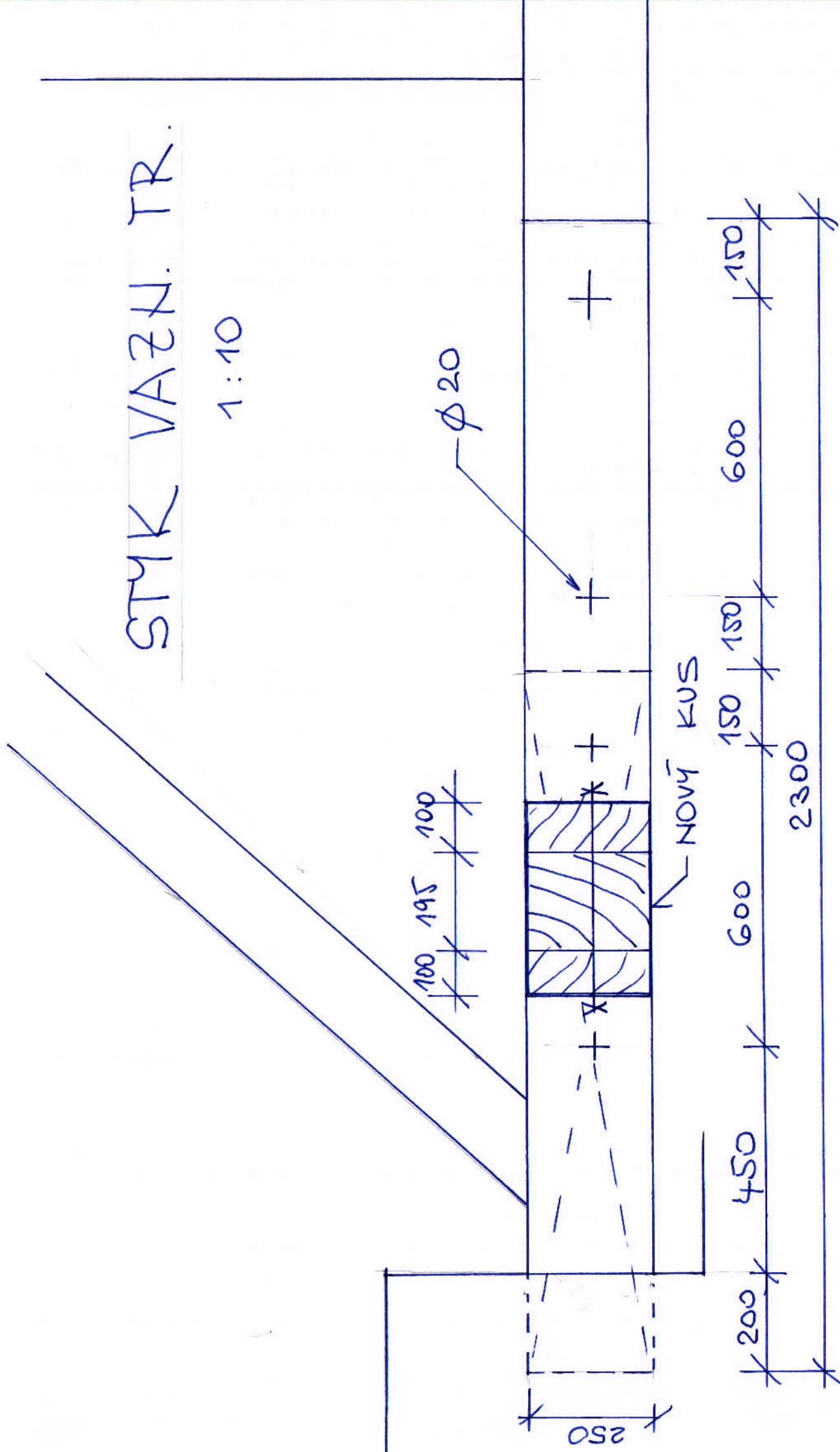
Příčná síla připadající na jeden svorník ze dvou 0,75 kN

Síla zbývající na přenesení momentu jednoho svorníku je  $9,65 - 0,5 - 0,75 = 8,40$  kN

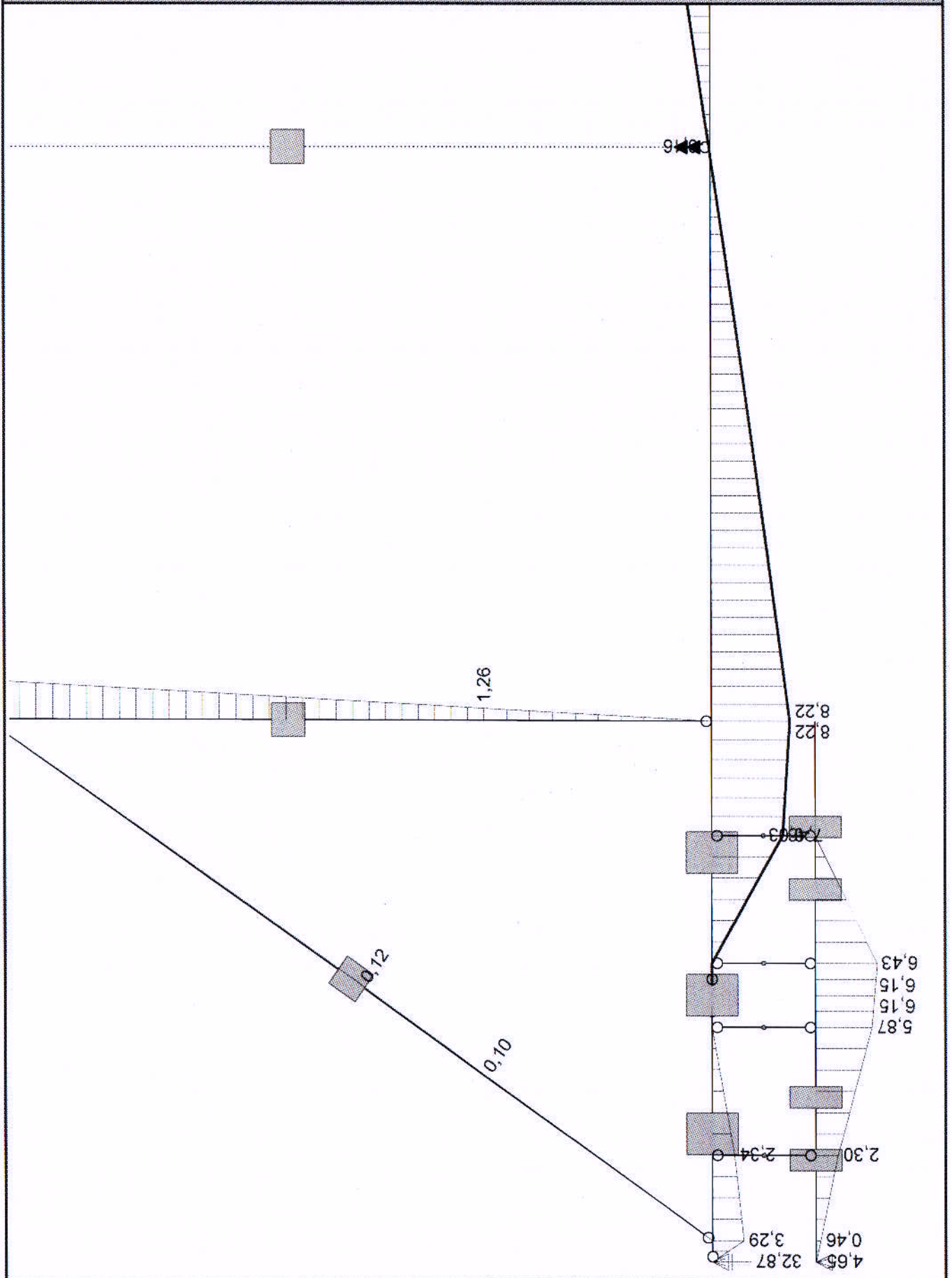
Moment únosnosti styku při osově vzdálenosti svorníků 0,25 m

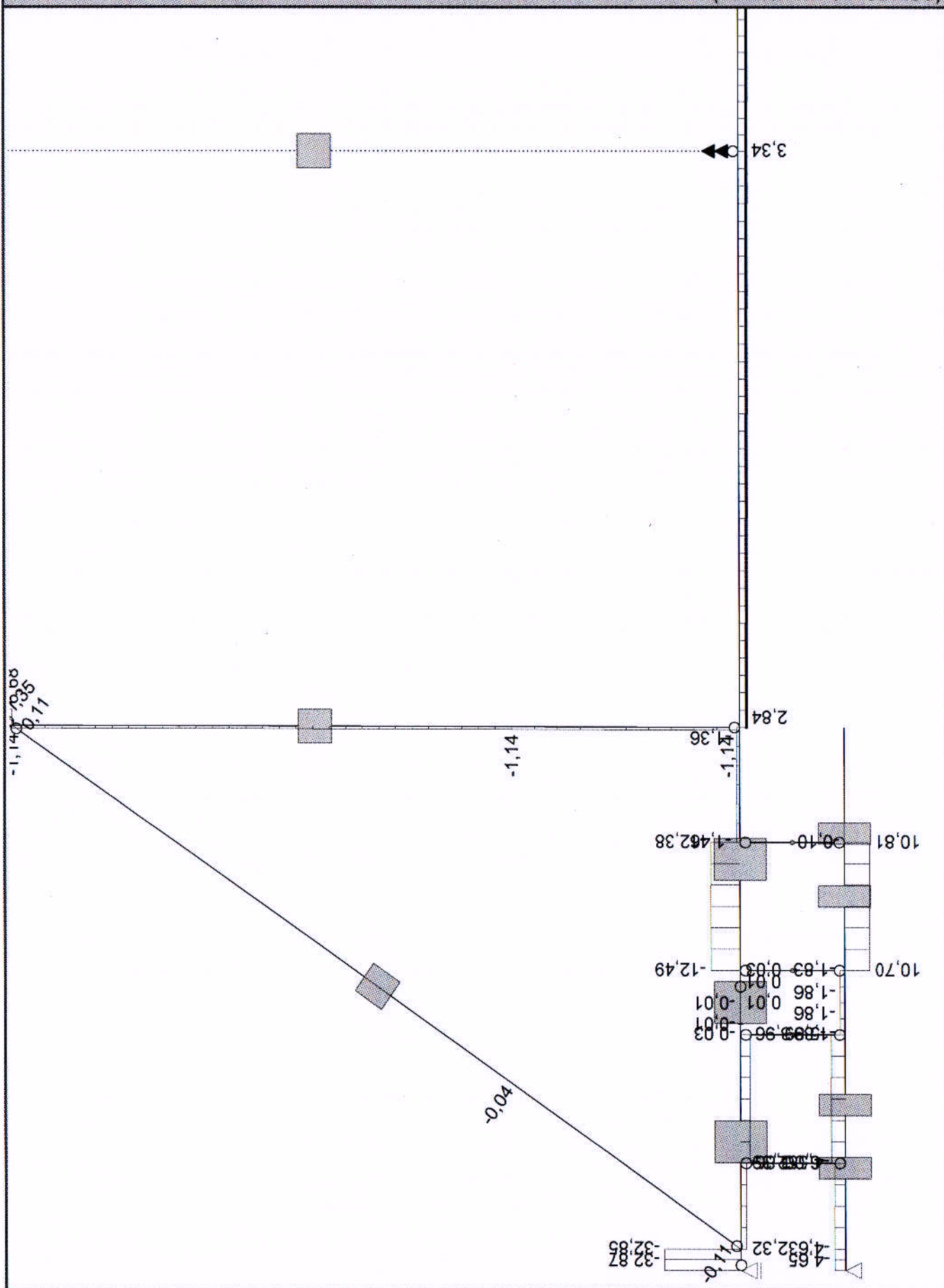
$M_u = 0,25 \cdot 8,40 = 2,1$  kNm je větší než návrhový moment 1,89 kNm - VYHOVUJE

STYK VAZH. TR.

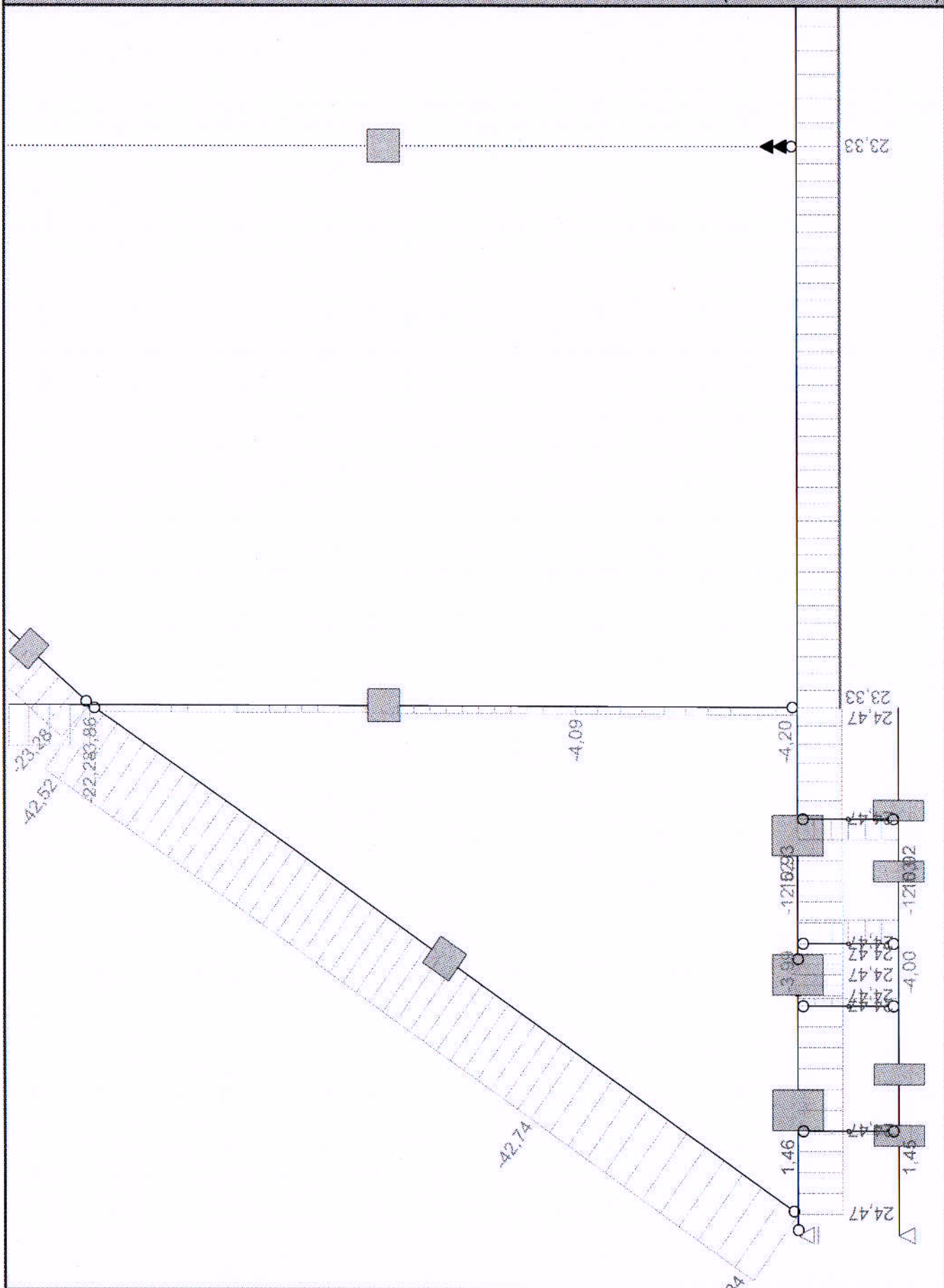
 $7:10$ 

(M2 Rea/K I 1 G1+G2 MSÚ)



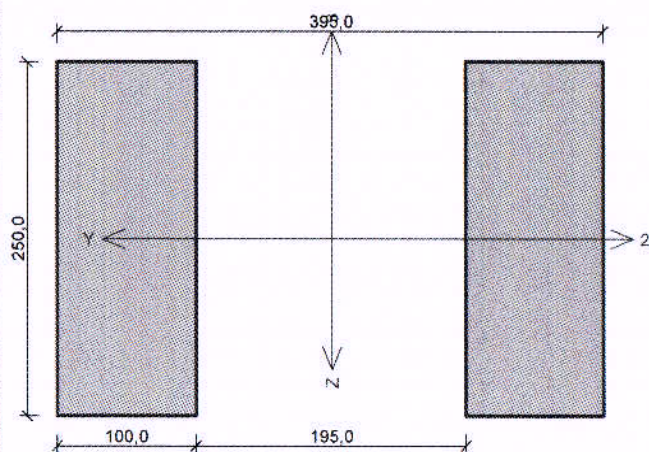


(N Rea/K | 1 G1+G2 MSÚ)



## POSOUZENÍ PŘÍLOŽEK

## Kritický řez dílce "16:DD - 18, 19" - průřez 1 (1,400m)



Norma EN 1995-1-1/Česko.

Rostlé dřevo, základní kombinace zatížení :  $\gamma_M = 1,300$ Mimořádná kombinace zatížení :  $\gamma_M = 1,000$ 

Třída provozu: 2

Průřez: členěný průřez 395x250

Rozměry:

Výška průřezu  $h = 250,0$  mmŠířka dílčího průřezu  $b_1 = 100,0$  mmŠířka mezer mezi dílčími průřezy  $b_m = 195,0$  mmPočet dílčích průřezů  $n = 2$ 

Materiál: C24 - jehličnaté

Druh dřeva: rostlé

Materiálové charakteristiky:

Pevnost v ohybu  $f_{m,k} : 24,0$  MPaPevnost v tahu ve směru vláken  $f_{t,0,k} : 14,0$  MPaPevnost v tlaku ve směru vláken  $f_{c,0,k} : 21,0$  MPaPevnost ve smyku  $f_{v,k} : 4,0$  MPaPevnost v tlaku kolmo na vlákna  $f_{c,90,k} : 2,5$  MPaPevnost v tahu kolmo na vlákna  $f_{t,90,k} : 0,4$  MPaModul pružnosti  $E_{0,mean} : 11000$  MPa5% kvantil modulu pružnosti  $E_{0,05} : 7400$  MPaModul pružnosti ve smyku  $G_{mean} : 690$  MPaCharakteristická hodnota hustoty  $\rho_k : 350,0$  kg/m<sup>3</sup>Při výpočtu je zohledněn součinitel  $k_h$  pro zvětšení pevnosti dřeva v tahu a ohybu.

## Vnitřní síly v souřadném systému průřezu:

Zatěžovací případ s největším využitím

Kombinace č.1 - G1+G2

Stálé zatížení

 $N = 0,000$  kN $M_y = 6,427$  kNm $V_z = -1,831$  kN $M_z = 0,000$  kNm $V_y = 0,000$  kN

## Vzpěr:

Počítá se se vzpěrem

Délka úseku pro vzpěr  $L_z = 2,540$  m

Vzpěr kolmo k ose z není zadán

Délka úseku pro vzpěr  $L_y = 2,540$  m

Vzpěr kolmo k ose z není zadán

## Klopení:

S klopením se nepočítá

## Výsledky posouzení

Rozhodující zatěžovací případ: Kombinace č.1 - G1+G2

Vnitřní síly:  $N = 0,000$  kN;  $M_y = 6,427$  kNm;  $M_z = 0,000$  kNm;  $V_z = -1,831$  kN;  $V_y = 0,000$  kN

## Posudek ohybu:

Únosnosti:  $M_{y,R} = 23,077$  kNm $0,279 + 0,000 = 0,279 < 1$  Vyhovuje

## Posudek smyku od posouvajících sil:

Únosnost:  $V_R = 41,231$  kN $0,044 < 1$  Vyhovuje

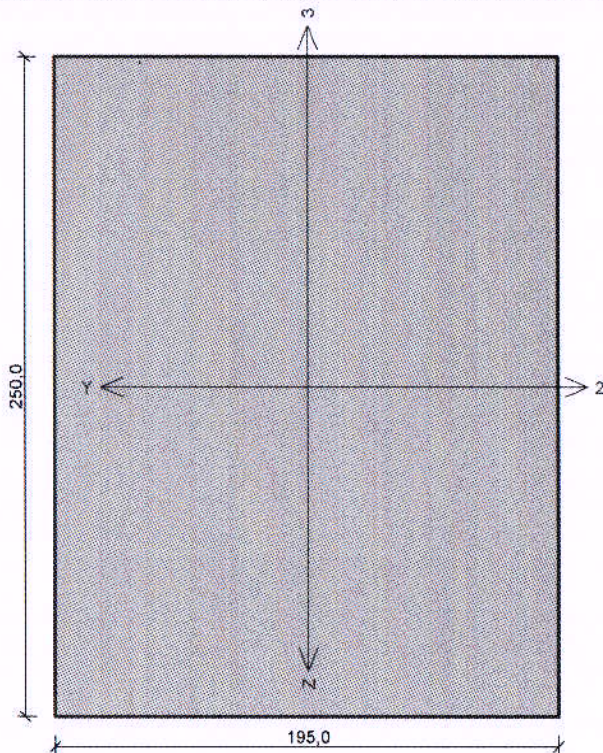
Štíhlost dílce: 88,0

Průřez vyhovuje

27,9 % VYHOVUJE

## POSOUZENÍ VYMĚNĚNÉHO ZHLAVÍ VAZNÉHO TRÁMU

## Kritický řez dílce "12:DD - 1" - průřez 1 (0,000m)



Norma EN 1995-1-1/Česko.

Rostlé dřevo, základní kombinace zatížení :  $\gamma_M = 1,300$ Mimořádná kombinace zatížení :  $\gamma_M = 1,000$ 

Třída provozu: 2

Průřez: obdélník 195x250

Rozměry:

Výška průřezu  $h = 250,0$  mmŠířka průřezu  $b = 195,0$  mm

Materiál: C24 - jehličnaté

Druh dřeva: rostlé

Materiálové charakteristiky:

Pevnost v ohybu	$f_{m,k}$	: 24,0 MPa
Pevnost v tahu ve směru vláken	$f_{t,0,k}$	: 14,0 MPa
Pevnost v tlaku ve směru vláken	$f_{c,0,k}$	: 21,0 MPa
Pevnost ve smyku	$f_{v,k}$	: 4,0 MPa
Pevnost v tlaku kolmo na vlákna	$f_{c,90,k}$	: 2,5 MPa
Pevnost v tahu kolmo na vlákna	$f_{t,90,k}$	: 0,4 MPa
Modul pružnosti	$E_{0,mean}$	: 11000 MPa
5% kvantil modulu pružnosti	$E_{0,05}$	: 7400 MPa
Modul pružnosti ve smyku	$G_{mean}$	: 690 MPa
Charakteristická hodnota hustoty	$\rho_k$	: 350,0 kg/m <sup>3</sup>

Při výpočtu je zohledněn součinitel  $k_h$  pro zvětšení pevnosti dřeva v tahu a ohybu.

## Vnitřní síly v souřadném systému průřezu:

Zatěžovací případ s největším využitím

Kombinace č.1 - G1+G2

Stálé zatížení

 $N = 0,000$  kN $M_y = 0,000$  kNm $V_z = -32,866$  kN $M_z = 0,000$  kNm $V_y = 0,000$  kN

## Vzpěr:

Počítá se se vzpěrem

Délka úseku pro vzpěr  $L_z = 1,200$  m

Vzpěr kolmo k ose z není zadán

Délka úseku pro vzpěr  $L_y = 1,200$  m

Vzpěr kolmo k ose z není zadán

## Klopení:

S klopením se nepočítá

## Výsledky posouzení

Rozhodující zatěžovací případ: Kombinace č.1 - G1+G2

Vnitřní síly:  $N = 0,000$  kN;  $M_y = 0,000$  kNm;  $M_z = 0,000$  kNm;  $V_z = -32,866$  kN;  $V_y = 0,000$  kN

## Posudek smyku od posouvajících sil:

Únosnost:  $V_R = 40,200$  kN $0,818 < 1$  Vyhovuje

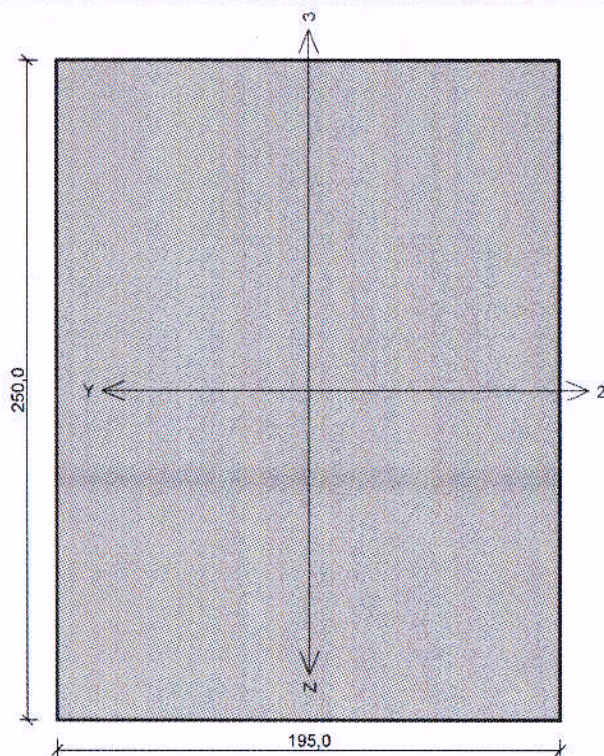
Štíhlost dílce: 21,3

Průřez vyhovuje

81,8 % VYHOVUJE

## POSOUZENÍ PONECHANÉHO KUSU VAZNÉHO TRÁMU

## Kritický řez dílce "19:DD - 3, 4" - průřez 1 (9,200m)



Norma EN 1995-1-1/Česko.

Rostlé dřevo, základní kombinace zatížení :  $\gamma_M = 1,300$ Mimořádná kombinace zatížení :  $\gamma_M = 1,000$ 

Třída provozu: 2

Průřez: obdélník 195x250

Rozměry:

Výška průřezu  $h = 250,0$  mmŠířka průřezu  $b = 195,0$  mm

Materiál: C24 - jehličnaté

Druh dřeva: rostlé

Materiálové charakteristiky:

Pevnost v ohybu	$f_{m,k}$	: 24,0 MPa
Pevnost v tahu ve směru vláken	$f_{t,0,k}$	: 14,0 MPa
Pevnost v tlaku ve směru vláken	$f_{c,0,k}$	: 21,0 MPa
Pevnost ve smyku	$f_{v,k}$	: 4,0 MPa
Pevnost v tlaku kolmo na vlákna	$f_{c,90,k}$	: 2,5 MPa
Pevnost v tahu kolmo na vlákna	$f_{t,90,k}$	: 0,4 MPa
Modul pružnosti	$E_{0,mean}$	: 11000 MPa
5% kvantil modulu pružnosti	$E_{0,05}$	: 7400 MPa
Modul pružnosti ve smyku	$G_{mean}$	: 690 MPa
Charakteristická hodnota hustoty	$\rho_k$	: 350,0 kg/m <sup>3</sup>

Při výpočtu je zohledněn součinitel  $k_h$  pro zvětšení pevnosti dřeva v tahu a ohybu.

## Vnitřní síly v souřadném systému průřezu:

Zatěžovací případ s největším využitím

Kombinace č.1 - G1+G2

Stálé zatížení

 $N = 0,000$  kN $M_y = 0,000$  kNm $V_z = 33,560$  kN $M_z = 0,000$  kNm $V_y = 0,000$  kN

## Vzpěr:

Počítá se se vzpěrem

Délka úseku pro vzpěr  $L_z = 9,200$  m

Vzpěr kolmo k ose z není zadán

Délka úseku pro vzpěr  $L_y = 9,200$  m

Vzpěr kolmo k ose z není zadán

## Klopení:

Klopení  $M_y$ : $l_{z1} = 9,200$  m

Typ nosníku a zatížení: Nosník zatížený břemenem uprostřed rozpětí

Poloha zatížení: Nahoře

Klopení  $M_z$ : $l_{y1} =$  Nezádáno

Typ nosníku a zatížení: Nezádáno

## Výsledky posouzení

Rozhodující zatěžovací případ: Kombinace č.1 - G1+G2

Vnitřní síly:  $N = 0,000$  kN;  $M_y = 0,000$  kNm;  $M_z = 0,000$  kNm;  $V_z = 33,560$  kN;  $V_y = 0,000$  kN

## Posudek smyku od posouvajících sil:

Únosnost:  $V_R = 40,200$  kN $0,835 < 1$  Vyhovuje

Štíhlost dílce: 163,4

Průřez vyhovuje

83,5 % VYHOVUJE

# POSOUZENÍ SVORNÍKU VE VAZNÉM TRÁMU

Únosnost spojovacího prostředku v dvojstřížném spoji

$$F_{v,Rk} = \min \left\{ \begin{array}{l} f_{h,1,k} t_1 d \\ 0,5 f_{h,2,k} t_2 d \\ 1,05 \frac{f_{h,1,k} t_1 d}{2 + \beta} \left[ \sqrt{2\beta(1 + \beta) + \frac{4\beta(2 + \beta)M_{y,Rk}}{f_{h,1,k} d t_1^2}} - \beta \right] + \frac{F_{ax,Rk}}{4} \\ 1,15 \sqrt{\frac{2\beta}{1 + \beta}} \sqrt{2M_{y,Rk} f_{h,1,k} d} + \frac{F_{ax,Rk}}{4} \end{array} \right.$$

Kde  $f_{h,1,k}$  je pevnost v otláčení pro  $t_1$   
 $f_{h,2,k}$  je pevnost v otláčení pro  $t_2$

Hodnoty charakteristické pevnosti v otláčení jehličnatého dřeva

$$f_{h,k} = 0,082 \cdot (1 - 0,01d) \rho_k \quad [\text{MPa}]$$

$$f_{h,\alpha,k} = \frac{f_{h,k}}{k_{90} \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha} \quad [\text{MPa}]$$

$\alpha = 45^\circ$  úhel zatížení vzhledem k vláknům

$k_{90} = 1,65$  pro rostlé dřevo

Rozměry svorníku

$d = 20$  mm profil svorníku  
 $t_1 = 100$  mm tloušťka přikládaného prvku  
 $t_2 = 195$  mm tloušťka uloženého prvku

$M_{y,Rk} = 150 d^{2,6}$  je plastický moment únosnosti spojovacího prostředku

$F_{ax,Rk}$  je charakteristická mezní síla při vytažení spojovacího prostředku.

Pokud není známa, uvažuje se rovna nule

Při dosazení návrhových hodnot  $f_{h,1,d}$ ,  $f_{h,2,d}$  a  $M_{y,Rd}$  dostaneme i návrhovou únosnost  $F_{v,Rd}$

$$f_{h,1,d} = \frac{k_{\text{mod}, 1} \cdot f_{h,1,k}}{\gamma_M} \quad [\text{MPa}]$$

$$f_{h,2,d} = \frac{k_{\text{mod}, 2} \cdot f_{h,2,k}}{\gamma_M} \quad [\text{MPa}]$$

$$M_{y,Rd} = \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_M} \quad [\text{kNm}]$$

Hodnoty součinitele vlastností materiálu

$$\gamma_M = 1,3 \text{ pro dřevo}$$

Hodnoty  $k_{mod}$  pro třídu vlhkosti 1 a krátkodobé proměnné zatížení

$$k_{mod} = 0,9 \text{ pro rostlédřevo podle prEN 300}$$

Hodnoty  $\rho_k$  pro použité materiály

$$\rho_k = \begin{array}{ll} 480 \text{ MPa} & \text{třída dřeva: Překližka} \\ 350 \text{ MPa} & \text{C24} \end{array} \quad \begin{array}{l} \text{přikládáný prvek} \\ \text{uložený prvek} \end{array}$$

Charakteristické hodnoty pevnost v otláčení

$$f_{h,1,k} = 31,49 \text{ MPa}$$

$$f_{h,2,k} = 22,96 \text{ MPa}$$

$$f_{h,\alpha 1,k} = 23,76 \text{ MPa} \quad \text{pevnost v otláčení jehličnatého dřeva}$$

$$f_{h,\alpha 2,k} = 17,33 \text{ MPa} \quad \text{pevnost v otláčení jehličnatého dřeva}$$

Návrhové hodnoty pevnost v otláčení

$$f_{h,1,d} = 16,45 \text{ MPa} \quad \text{návrhová pevnost v otláčení jehličnatého dřeva}$$

$$f_{h,2,d} = 12,00 \text{ MPa} \quad \text{návrhová pevnost v otláčení jehličnatého dřeva}$$

Faktor  $\beta$

$$\beta = \frac{f_{h,2,k}}{f_{h,1,k}} \quad \beta = 0,73$$

Plastický moment únosnosti svorníku

$$M_{y,Rk} = 362050,58 \text{ Nmm}$$

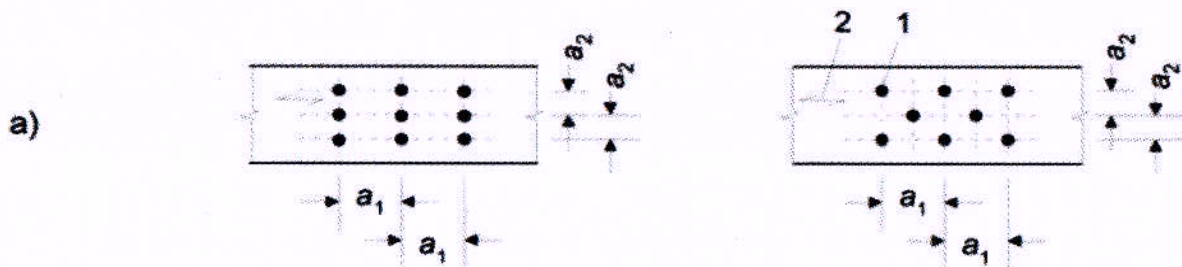
$$M_{y,Rd} = 278500,45 \text{ Nmm}$$

Návrhová únosnost svorníku

$F_{v,Rd} =$	13398,97 N	dvojstřížný spoj
$2 \times F_{v,Rd} =$	26797,94 N	

## ROZTEČE A VZDÁLENOSTI OD KONCŮ A OKRAJŮ

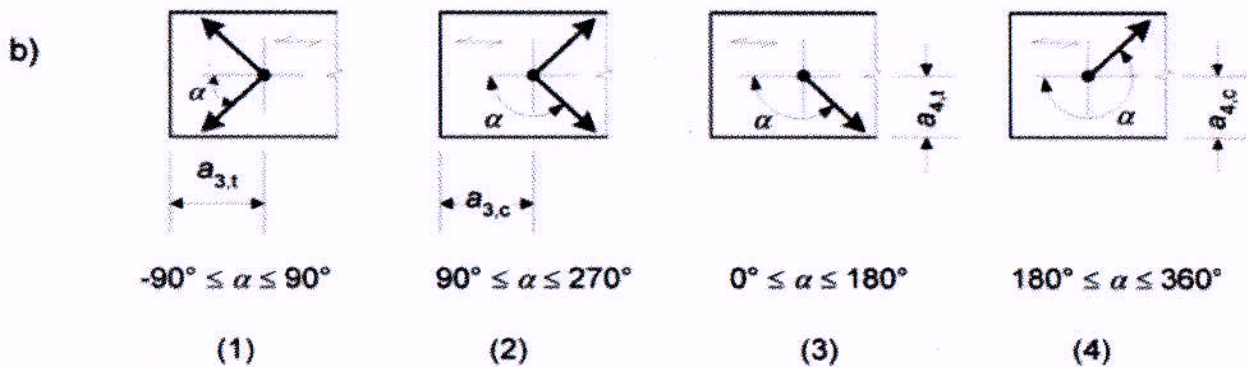
a) Rovnoběžně s vlákny v řadě a kolmo k vláknům mezi řadami



$$a_1 = (4 + |\cos \alpha|)d = 94 \text{ mm}$$

$$a_2 = 4d = 80 \text{ mm}$$

b) Vzdálenosti od okrajů a konců



(1) Zatížený konec	$a_{3,t} =$	140 mm
(2) Nezatížený konec	$a_{3,c} =$	80 mm
(3) Zatížený okraj	$a_{4,t} =$	68 mm
(4) Nezatížený okraj	$a_{4,c} =$	60 mm

## STYK VAZNÉHO TRÁMU

Návrhové síly ve stykovaném průřezu:

Osová síla ve vazném trámu 24,47 kN

Síla v jednom svorníku od osově síly ve vazném trámu  
(rovnoběžně s vlákny)  $24,47/2 = 12,24$  kN

Síla ve svorníku od momentového působení (kolmo na vlákna) 12,53 kN

Úhel výslednice je přibližně  $45^\circ$

Výsledná síla ve svorníku  $\sqrt{12,24^2 + 12,53^2} = 17,51$  kN

Únosnost dvoustřížného svorníku dle předchozího výpočtu 26,79 kN

je větší než výsledná maximální síla ve svorníku 17,51 kN - VYHOVUJE