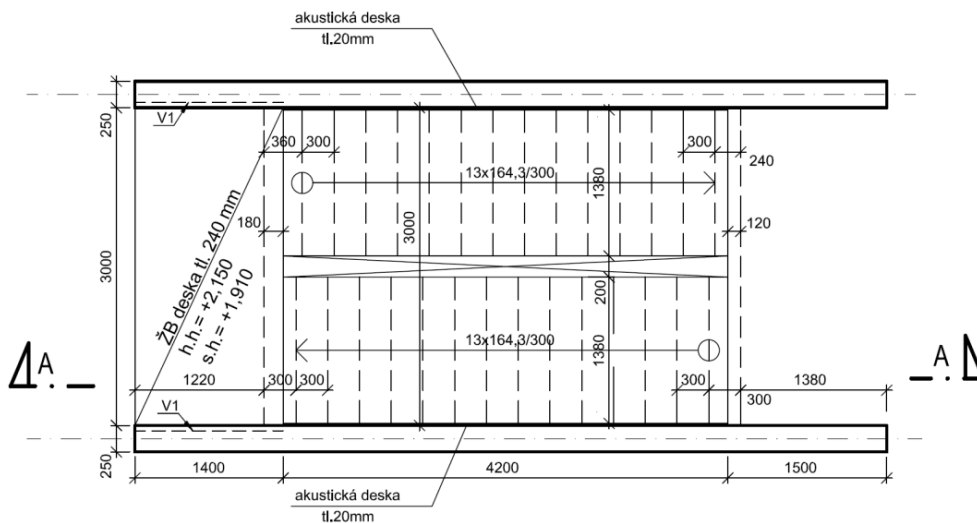




## Železobetonové schodiště - řešený příklad

Řešený příklad uvažuje monolitické dvouramenné železobetonové schodiště s jednou mezipodestou. Propojení mezipodesty se dvěma železobetonovými stěnami je pomocí vylamovacích lišt.

- kategorie objektu: A - obytné plochy  $\Rightarrow q_k = 3,0 \text{ kN/m}^2$
- beton: C 25/30
- ocel: B 500 B



### Geometrie schodiště:

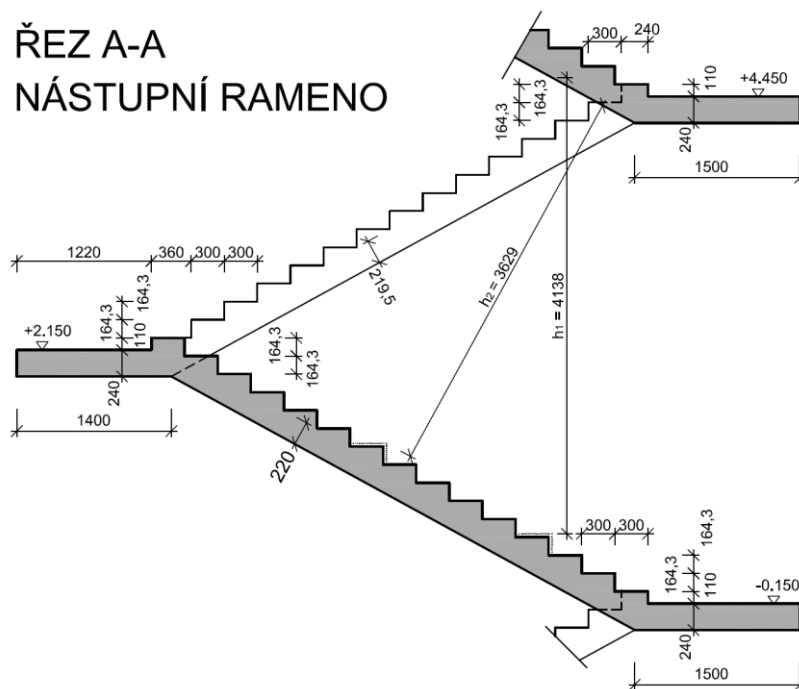
- konstrukční výška podlaží: **4600 mm**
- tloušťka stropní desky: **240 mm**
- šířka schodišťového ramene: **1400 mm** (min. 1100 mm  $\Rightarrow$  VYHOVUJE).
- šířka mezipodesty: **1400 mm** (rovná šířce ramene  $\Rightarrow$  VYHOVUJE)
- šířka podesty: **1500 mm** (min. 1200 mm; min. šířka ramene + 100 mm  $\Rightarrow$  VYHOVUJE)
- šířka zrcadla: **200 mm** (min. 200 mm  $\Rightarrow$  VYHOVUJE)
- tloušťka podlahy na podestě a mezipodestě: **140 mm**
- tloušťka nášlapné vrstvy na schodišťových stupních: **30 mm**
- schodišťové stupně: výška cca 170 mm  $\Rightarrow$  počet stupňů v jednom podlaží:  $4600/170 = 27,1$ 
  - $\Rightarrow$  návrh: **28 stupňů** v jednom podlaží (2 ramena po 14 stupních)
    - $\triangleright$  max. počet stupňů v jednom rameni: 16  $\Rightarrow$  VYHOVUJE
    - skutečná výška stupně:  $h = 4600/28 = \mathbf{164,3 \text{ mm}}$
    - šířka stupně:  $b = 630 - 2 \cdot h = 630 - 2 \cdot 164,3 = 301,4 \text{ mm} \Rightarrow$  návrh: **300 mm**
- úhel stoupání:

$$\alpha = \arctg \frac{h}{b} = \arctg \frac{164,3}{300} = 28,7^\circ$$

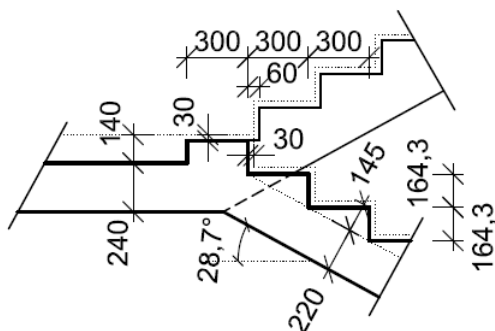


- tloušťka hlavní podesty: **240 mm** (zjednodušeně jako tloušťka stropní desky)  
 $> 1/25 \cdot L_{\text{pod}} = 1/25 \cdot 3250 = 130 \text{ mm} \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$
- tloušťka mezipodesty: **240 mm** (zjednodušeně navržena shodně s tloušťkou podesty)  
 $> 1/25 \cdot L_{\text{mez}} = 1/25 \cdot 3250 = 130 \text{ mm} \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$
- tloušťka schodišťového ramene: **220 mm** (vyplývá z detailu napojení - převzato z řezu)  
 $> 1/25 \cdot L_{\text{ram}} = 1/25 \cdot 4200 = 168 \text{ mm} \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$
- podchodná výška: **4138 mm** (převzato z řezu)  $> 1500 + 750 / \cos \alpha = 2355 \text{ mm} \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$   
 $> 2100 \text{ mm} \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$
- průchodná výška: **3629 mm** (převzato z řezu)  $> 750 + 1500 \cdot \cos \alpha = 2066 \text{ mm} \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$   
 $> 1900 \text{ mm} \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$

## ŘEZ A-A NÁSTUPNÍ RAMENO



detail geometrie napojení schodišťového ramene:





### Výpočet zatížení schodišťového ramene: (vztaženo na půdorysný průmět)

Stálé zatížení		$g_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_G$ [-]	$g_d$ [kN/m <sup>2</sup> ]
ŽB deska ramene	$\frac{0,22}{\cos 28,7^\circ} \cdot 25$	6,28	1,35	8,48
schodišťové stupně	$\frac{1}{2} \cdot 0,1643 \cdot 25$	2,05	1,35	2,77
nášlapná vrstva	(odhad)	0,50	1,35	0,68
<b><math>\Sigma g =</math></b>		<b>8,83</b>		<b>11,93</b>
Užitné zatížení		$q_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_Q$ [-]	$q_d$ [kN/m <sup>2</sup> ]
dle ČSN EN 1991-1-1, Kategorie A - schodiště	$q =$	3,00	1,50	4,50
<b><math>\Sigma (g+q) =</math></b>		<b>11,83</b>		<b>16,43</b>

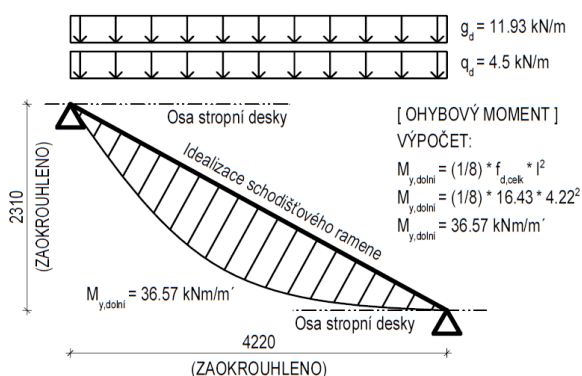
### Výpočet zatížení podesty a mezipodesty:

Stálé zatížení		$g_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_G$ [-]	$g_d$ [kN/m <sup>2</sup> ]
ŽB deska	$0,24 \cdot 25$	6,00	1,35	8,10
podlaha (140 mm)	(odhad)	1,50	1,35	2,03
<b><math>\Sigma g =</math></b>		<b>7,50</b>		<b>10,13</b>
Užitné zatížení		$q_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_Q$ [-]	$q_d$ [kN/m <sup>2</sup> ]
dle ČSN EN 1991-1-1, Kategorie A - schodiště	$q =$	3,00	1,50	4,50
<b><math>\Sigma (g+q) =</math></b>		<b>10,50</b>		<b>14,63</b>

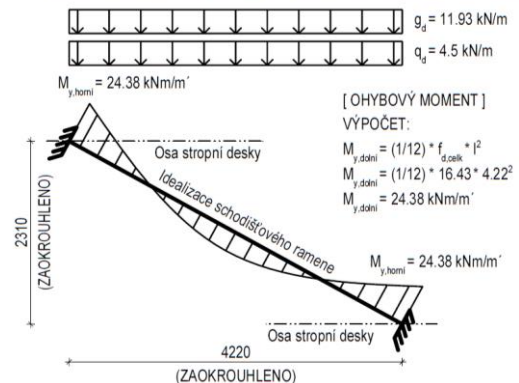
### Výpočet vnitřních sil a návrh výztuže schodišťového ramene:

Schodišťové rameno je monoliticky spojené s podestou a mezipodestou  $\Rightarrow$  v místě napojení dochází k přenosu ohybových momentů. Tuhost v natočení je však v tomto místě omezená, a proto bude docházet k částečnému pootočení průřezu. Pro výpočet vnitřních sil tak budou bezpečně použity 2 výpočetní modely a pro návrh výztuže budeme vycházet z jejich obálky.

VÝPOČETNÍ MODEL R1 - SCHODIŠŤOVÉ RAMENO (PROSTÝ NOSNÍK)

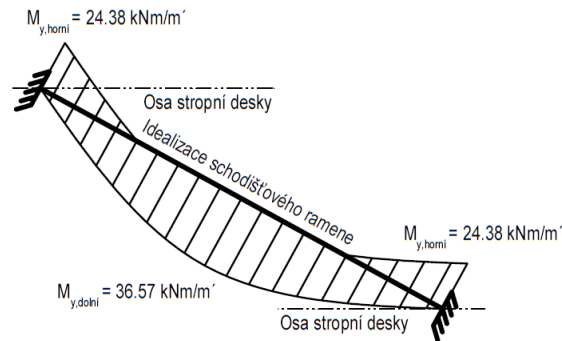


VÝPOČETNÍ MODEL R2 - SCHODIŠŤOVÉ RAMENO (VETKNUTÝ NOSNÍK)





VÝSLEDNÁ OBÁLKA OHYBOVÉHO MOMENTU PRO SCHODIŠŤOVÉ RAMNO



- Vyčíslené momenty jsou vztažené na 1 m šířky schodišťového ramene [kN.m/m]. Pokud chceme získat momenty na celou šířku ramene [kN.m], musíme hodnoty přenásobit šířkou ramene (1400 mm)  $\Rightarrow$  momenty v jednotkách [kN.m].

$$M_{y,horní} = 24,38 \cdot 1,4 = 34,13 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

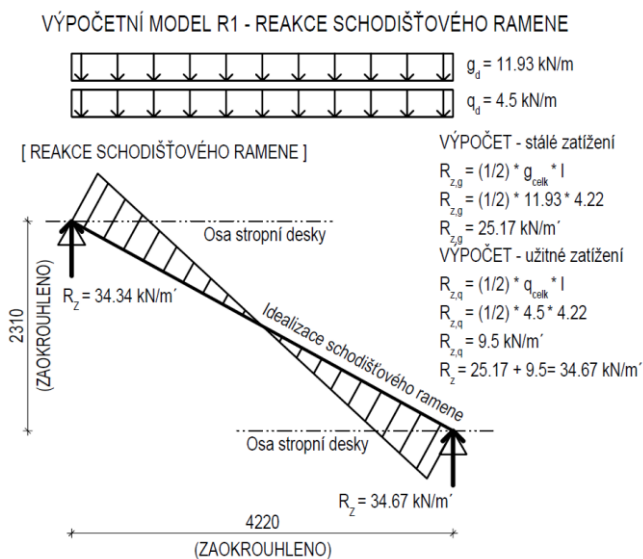
$$M_{y,dolní} = 36,57 \cdot 1,4 = 51,20 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

**Návrh výztuže schodišťového ramene:**

průřez	$M_{Ed}$	$b$	$d$	$A_{s,rqd}$	$A_{s,min}$	NÁVRH	$A_s$	$x$	$z$	$M_{Rd}$	$s$
	[kN.m]	[mm]	[mm]	[mm <sup>2</sup> ]	[mm <sup>2</sup> ]		[mm <sup>2</sup> ]	[mm]	[mm]	[kN.m]	[mm]
horní	34,13	1400	190	453	443	6 Ø 10	471	11	186	38,03	265
dolní	51,20	1400	189	643	440	6 Ø 12	679	16	183	53,90	265

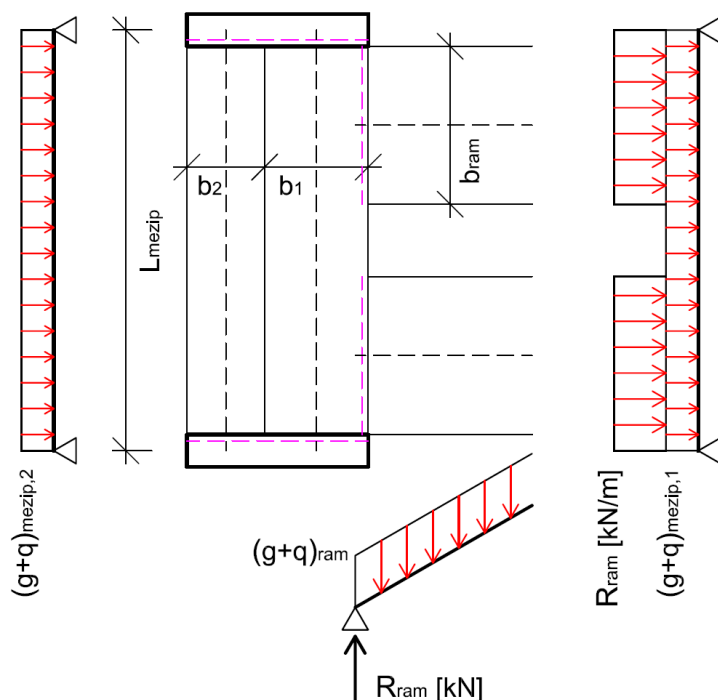
**Výpočet vnitřních sil a návrh výztuže mezipodesty:**

- Mezipodesta bude kromě vlastního zatížení přitížena reakcemi od schodišťových ramen:





- Připojení mezipodesty k ŽB stěně bude realizováno pomocí vylamovacích lišt - staticky budeme uvažovat kloubové uložení.
- Pro účely návrhu výztuže bude podesta rozdělena na 2 rozdílně zatížené pruhy:
  - 1) **pruh 1** - kromě běžného zatížení mezipodesty zatížen reakcemi od ramen
    - šířka pruhu: cca  $3 \cdot h_d = 3 \cdot 240 = 720 \text{ mm} \Rightarrow$  návrh:  $b_1 = 800 \text{ mm}$
  - 2) **pruh 2** - pouze běžné zatížení mezipodesty
    - šířka pruhu:  $b_2 = 1400 - 800 = 600 \text{ mm}$



Zatížení pruhu 1 (šířka 0,8 m):

Stálé zatížení	$g_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	b [m]	$g_k$ [kN/m]	$\gamma_G$ [-]	$g_d$ [kN/m]
ŽB deska	6,00	0,8	4,80	1,35	6,48
podlaha	1,50	0,8	1,20	1,35	1,62
schodišťové rameno	$\frac{1}{2} \cdot 8,83 \cdot 4,22$		18,64	1,35	25,17
$\Sigma g =$			<b>24,64</b>		<b>33,27</b>
Užitné zatížení	$q_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	b [m]	$q_k$ [kN/m]	$\gamma_Q$ [-]	$q_d$ [kN/m]
mezipodesta	3,00	0,8	2,40	1,50	3,60
schodišťové rameno	$\frac{1}{2} \cdot 3,0 \cdot 4,22$		6,33	1,50	9,50
$\Sigma q =$			<b>8,73</b>		<b>13,10</b>
$\Sigma (g+q) =$			<b>33,37</b>		<b>46,37</b>

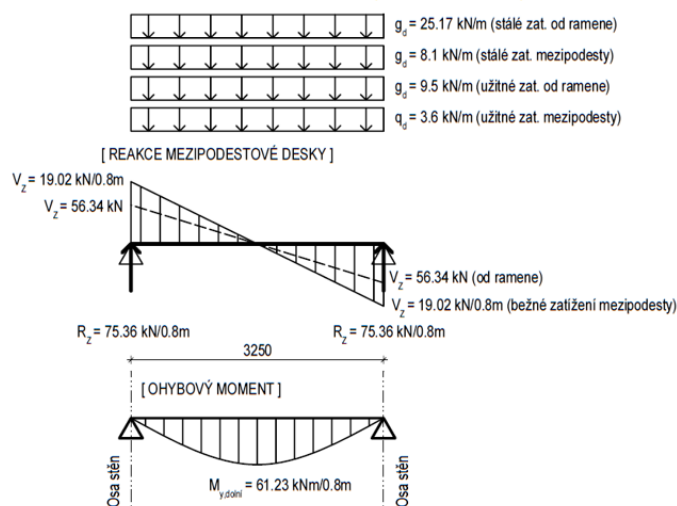


Zatížení pruhu 2 (šířka 0,6 m):

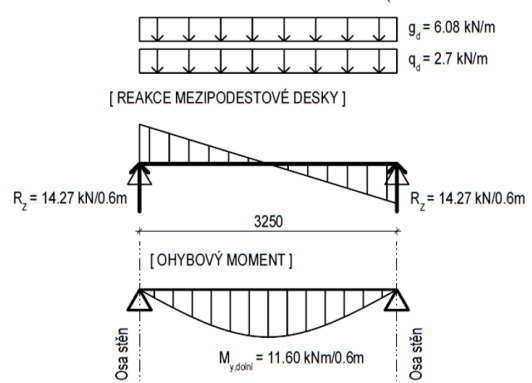
Stálé zatížení	$g_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	b [m]	$g_k$ [kN/m]	$\gamma_G$ [-]	$g_d$ [kN/m]
ŽB deska	6,00	0,6	3,60	1,35	4,86
podlaha	1,50	0,6	0,90	1,35	1,22
$\Sigma g =$			<b>4,50</b>		<b>6,08</b>
Užitné zatížení	$q_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	b [m]	$q_k$ [kN/m]	$\gamma_Q$ [-]	$q_d$ [kN/m]
mezipodesta	3,00	0,6	1,80	1,50	2,70
$\Sigma (g+q) =$			<b>6,30</b>		<b>8,78</b>

- Ve schématu zatížení pro pruh 1 pro zjednodušení zanedbáme šířku zrcadla (v našem případě 200 mm) a liniové zatížení od ramene schodiště aplikujeme po celé délce podesty.

VÝPOČETNÍ MODEL P1 - MEZIPODESTOVÁ DESKA (ŠÍŘKA PRUHU 0.8m)



VÝPOČETNÍ MODEL P2 - MEZIPODESTOVÁ DESKA (ŠÍŘKA PRUHU 0.6m)



Návrh spodní výztuže mezipodesty:

pruh	$M_{Ed}$	b	d	$A_{s,rqd}$	$A_{s,min}$	NÁVRH	$A_s$	x	z	$M_{Rd}$	s
	[kN.m]	[mm]	[mm]	[mm <sup>2</sup> ]	[mm <sup>2</sup> ]		[mm <sup>2</sup> ]	[mm]	[mm]	[kN.m]	[mm]
1	61,23	800	200	750	266	<b>6 Ø 14</b>	924	38	185	74,27	147
2	11,60	600	201	135	201	<b>3 Ø 12</b>	339	18	194	28,56	184

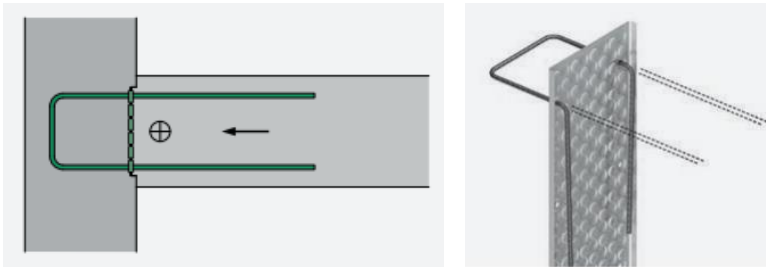


### Návrh vylamovací výztuže

- V řešeném příkladu monolitického schodiště použijeme **dvouřadé vylamovací lišty** od firmy FERBOX - viz katalog, str. 39:

[https://jpcz.cz/fileadmin/user\\_upload/jpcz.cz/downloads/Produkty/Prefabrikovane\\_dilce/Vylamovací\\_vyztuz\\_FERBOX/Katalog\\_FERBOX\\_2021\\_CZ.pdf](https://jpcz.cz/fileadmin/user_upload/jpcz.cz/downloads/Produkty/Prefabrikovane_dilce/Vylamovací_vyztuz_FERBOX/Katalog_FERBOX_2021_CZ.pdf)

návrh: **FERBOX® TYP B05**



- Vybraný typ vylamovací výztuže dle výrobce **přenáší pouze smyk**.
- staticky využitelná výška (dle vztahu výrobce):

$$d = h_d - c - \frac{\emptyset}{2} - a_1 = 240 - 25 - \frac{12}{2} - 25 = 184 \text{ mm}$$

- Průměr a rozteč vylamovací výztuže zvolíme co možná nejbližší k průměru a roztečím hlavní ohybové výztuže: **Ø 12 / 150 mm**.
- Vzhledem k celkové šířce mezipodesty 1,4 m navrhujeme stejnou vylamovací výztuž v celé její šířce.

Únosnost ve smyku  $v_{Rd}$  v kN/m v závislosti na statické výšce  $d$  v mm

Třída betonu	Ø/e mm	Smyková síla $v_{Rd}$ kN/m									
		d = 100	d = 120	d = 140	d = 160	d = 180	d = 200	d = 220	d = 240	d = 260	d = 280
C25/30	8/100	49,5	59,4	69,3	79,2	89,1	99,0	105,1	111,1	117,0	122,8
	8/150	49,5	59,4	69,3	79,2	89,1	99,0	104,9	104,9	104,9	104,9
	8/200	49,5	59,4	69,3	78,7	78,7	78,7	78,7	78,7	78,7	78,7
	8/250	49,5	59,4	62,9	62,9	62,9	62,9	62,9	62,9	62,9	62,9
	10/100	54,0	60,9	69,3	79,2	89,1	99,0	105,1	111,1	117,0	122,8
	10/150	49,5	59,4	69,3	79,2	89,1	99,0	105,1	111,1	117,0	122,8
	10/200	49,5	59,4	69,3	79,2	89,1	99,0	102,7	102,7	102,7	102,7
	10/250	49,5	59,4	69,3	79,2	82,2	82,2	82,2	82,2	82,2	82,2
	12/100	60,9	68,8	76,3	83,4	90,2	99,0	105,1	111,1	117,0	122,8
	12/150	53,2	60,1	69,3	79,2	89,1	99,0	105,1	111,1	117,0	122,8
	12/200	49,5	59,4	69,3	79,2	89,1	99,0	105,1	111,1	117,0	122,8
	12/250	49,5	59,4	69,3	79,2	89,1	98,6	98,6	98,6	98,6	98,6

- posouzení:

$$V_{Ed} = R_{z,P1} + R_{z,P2} = 75,36 + 14,27 = 89,63 \text{ kN} < V_{Rd} = 89,1 \cdot 1,4 = 124,74 \text{ kN}$$

..... VYHOVUJE