

## **PŘÍLOHA 1**

# **STATICKÝ VÝPOČET**

## **Administrativní budova**

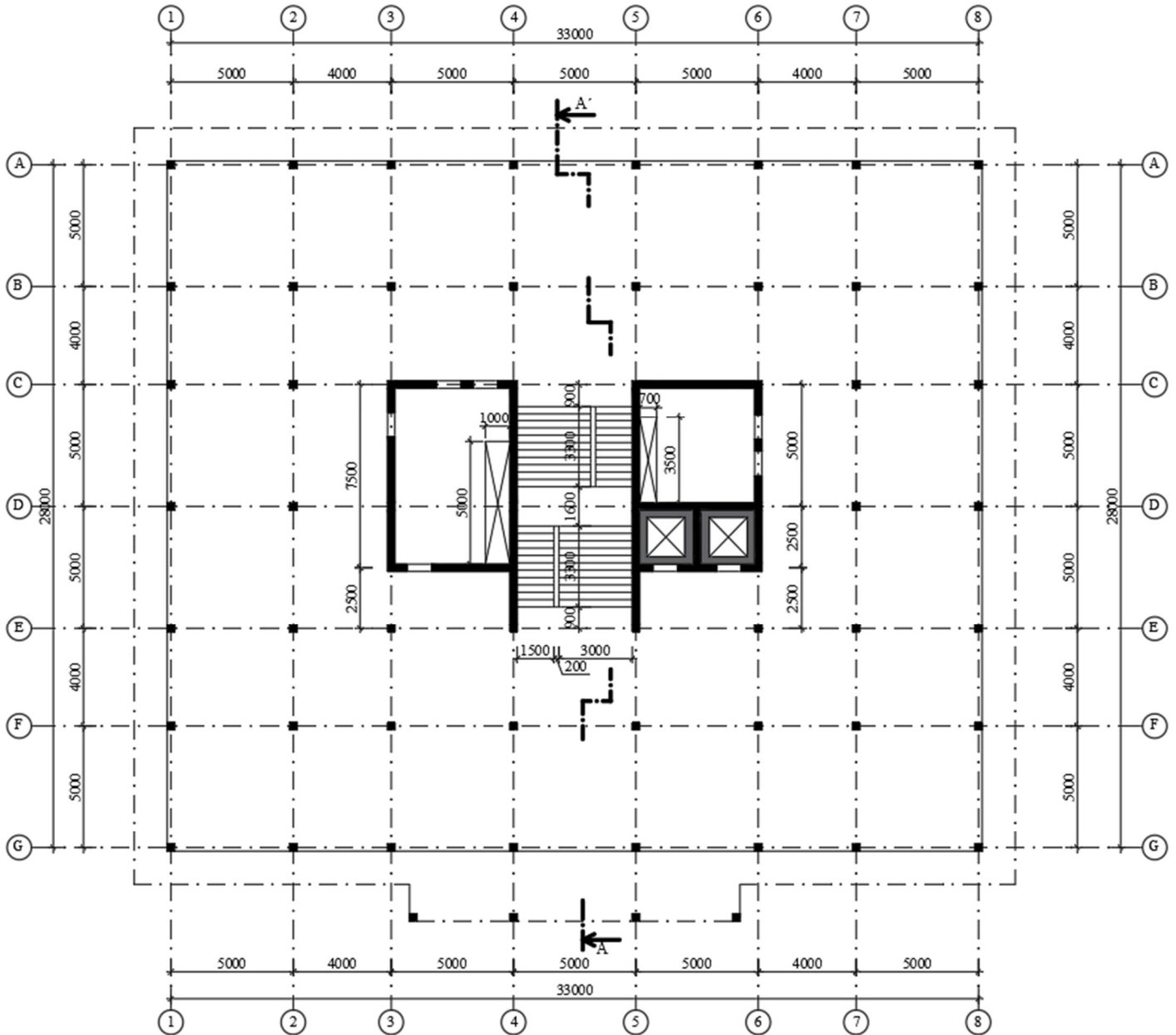
Vypracovala:      Pavlína Jarkovská

Datum:              květen 2019

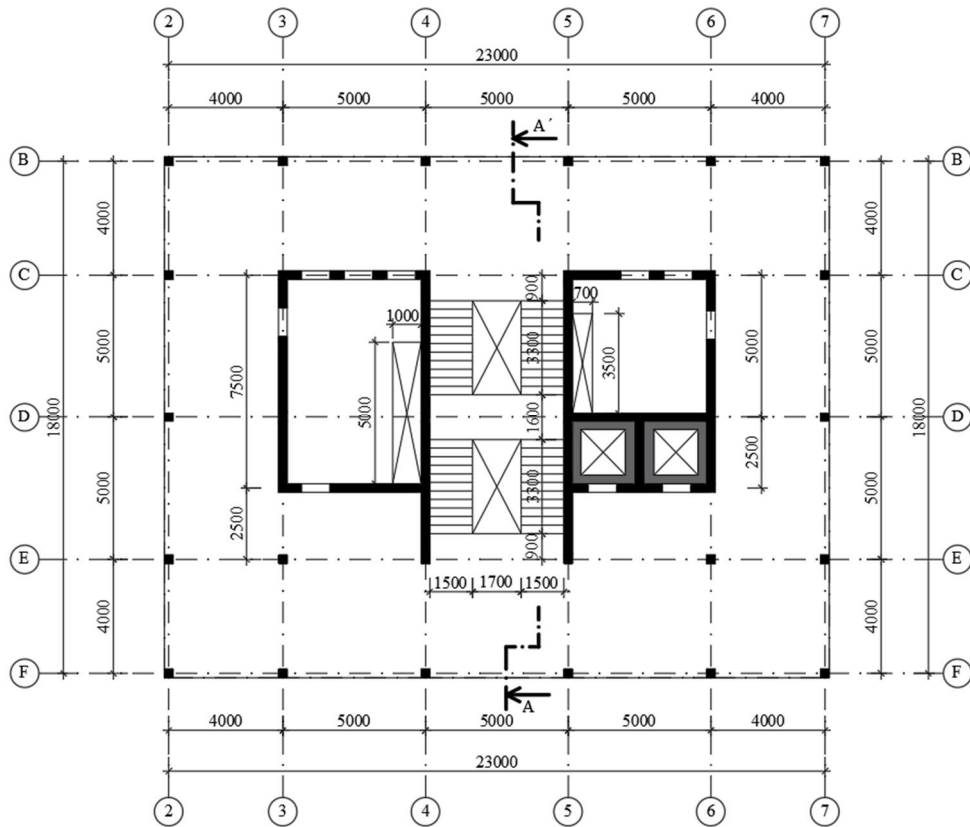
# KONSTRUKČNÉ SCHÉMA A POPIS KONSTRUKCE

## KONSTRUKČNÍ SCHÉMATA

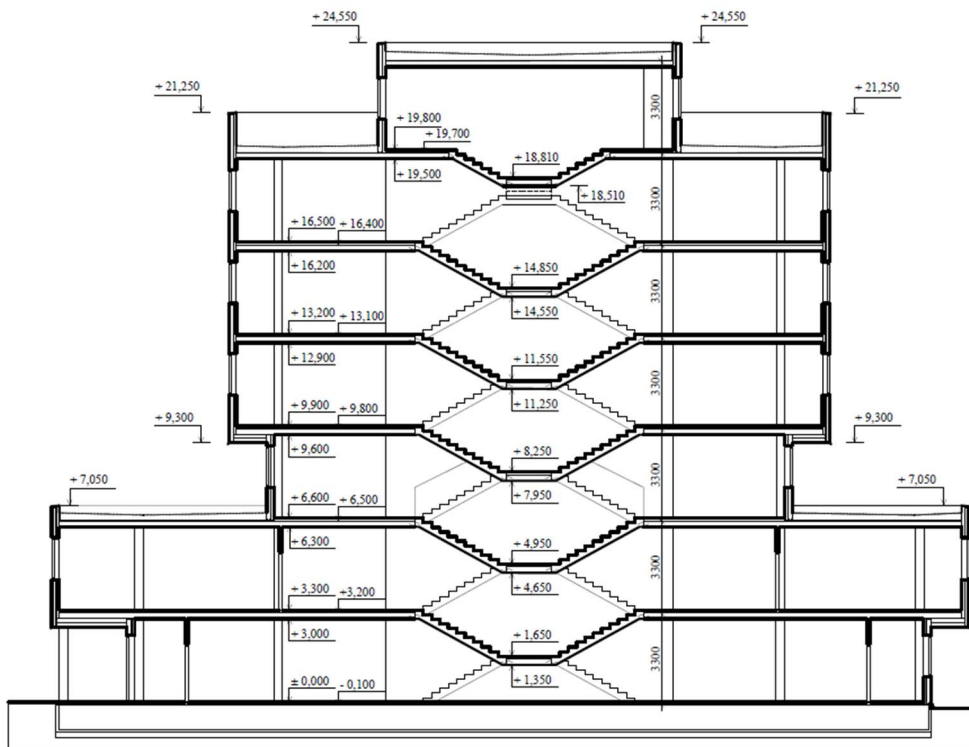
*Konstrukční schéma 1.NP*



Konstrukční schéma 3.NP



Svislý řez AA'



## NÁVRH GEOMETRIE SCHODIŠTĚ

Železobetonové monolitické schodiště je řešené jako dvouramenné, kdy mezipodesta je uložena do okolních nosných stěn (tl. 200 mm).

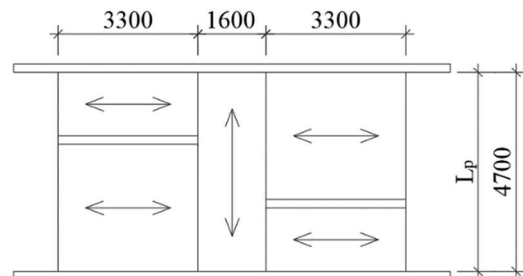
- Konstrukční výška podlaží:  $h_k = 3300$  mm
- Tloušťka mezipodesty:  $\rightarrow$  návrh  $h_d = 200$  mm  $\rightarrow$  sjednocení s tloušťkou podesty (viz. empirický výpočet tloušťky mezipodesty)
- Svislá tloušťka ŽB desky ramene:  $t_s = 218$  mm (viz. schodišťové stupně, str. P7)
- Ideální výška schodu:  $h_{si} = 170$  mm

### EMPIRICKÝ VÝPOČET TLOUŠTKY MEZIPODESTY

$$h_d = \left( \frac{1}{25} - \frac{1}{20} \right) \cdot L_p = \left( \frac{1}{25} - \frac{1}{20} \right) \cdot 4700 =$$

$$= 188 - 235 \text{ mm}$$

$$\rightarrow \text{volím: } h_d = 200 \text{ mm}$$



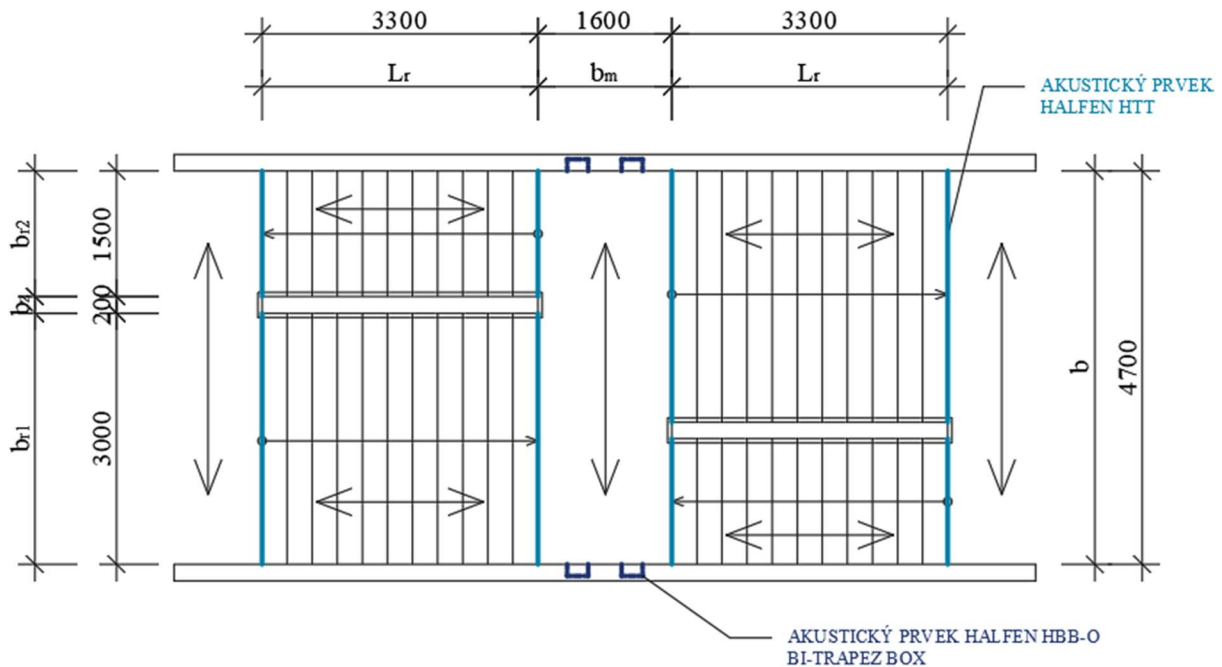
Ramena jsou připojena prvky od společnosti Halfen, a to:

- prvky Halfen HTT pro zamezení přenosu kročejového hluku v místě uložení schodišťového ramene na podestu (mezipodestu)
- prvky Halfen bi-TRAPEZ BOX v místě uložení mezipodesty na železobetonové nosné stěny.

Jednotlivé stupně jsou vybetonované přímo při betonáži nosné desky. Celkové uspořádání schodiště (velikost zrcadla) je řešeno ve 2 variantách. Ve variantě A je šířka zrcadla navržena 200 mm, ve variantě B je šířka zrcadla rovna 1700mm.

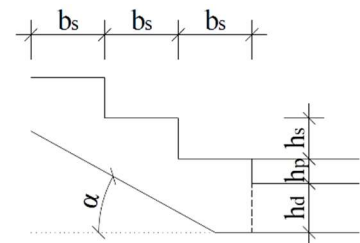
VARIANTA A – Z 1.NP DO 3.NP

Šířka zrcadla uvažována 200 mm. Ramena (1500mm a 3000 mm) jsou vzájemně prostřídaná na protějších stranách mezipodesty. Délka všech ramen je shodná (3300 mm).



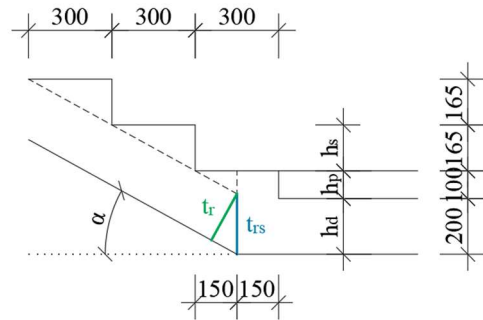
KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ

- POČET SCHODŮ:  $n = \frac{k.v.}{h_{si}} = \frac{3300}{170} = 19,4$  mm  
 $n = 20$  schodů
- VÝŠKA SCHODU:  $h_s = \frac{3300}{20} = 165$  mm
- ŠÍŘKA SCHODU:  $b_s = 630 - 2 \cdot h_s = 630 - 2 \cdot 165 = 300$  mm
- ŠÍŘKA RAMENE:  $b_{r1} = 1500$  mm,  $b_{r2} = 3000$  mm
- ŠÍŘKA ZRCADLA:  $b_z = 200$  mm
- ŠÍŘKA SCHODIŠTĚ:  $b = b_{r1} + b_{r2} + b_z = 1500 + 3000 + 200 = 4700$  mm
- ŠÍŘKA MEZIPODESTY:  $b_m = 1600$  mm
- SKLON SCHODIŠTĚ:  $\alpha = \tan^{-1} \left( \frac{h_s}{b_s} \right) = \tan^{-1} \left( \frac{165}{300} \right) = 28,81^\circ$



**TLOUŠŤKA SCHODIŠŤOVÉHO RAMENE**

- $t_{rs} = h_p + h_d - \frac{h_s}{2} =$   
 $= 100 + 200 - \frac{165}{2} = 217,5 \text{ mm}$
- $t_r = t_{rs} \cdot \cos(\alpha) = 217,5 \cdot \cos(28,81) =$   
 $= 191 \text{ mm}$



**KONTROLA PODCHODNÉ/PRŮCHODNÉ VÝŠKY**

**PODCHODNÁ**

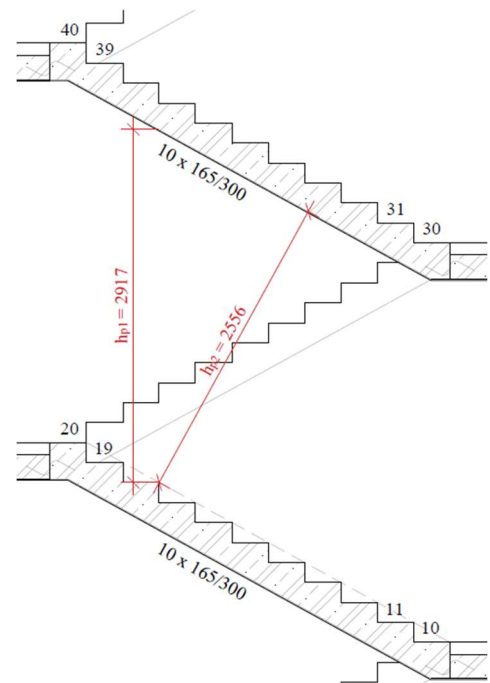
$$h_{p1} = h_k - h_s - t_s = 3300 - 165 - 218 = 2917 \text{ mm}$$

Podmínky:

1.  $h_1 = 1500 + \frac{750}{\cos(28,81)} = 2356 \text{ mm}$
2.  $> 2100 \text{ mm}$

$$2917 \text{ mm} > \max(2356, 2100)$$

$$2917 \text{ mm} > 2356 \text{ mm} \rightarrow \text{VYHOVÍ}$$



**PRŮCHODNÁ**

$$h_{p2} = h_{p1} \cdot \cos(\alpha) = 2917 \cdot \cos(28,81) = 2556 \text{ mm}$$

Podmínky:

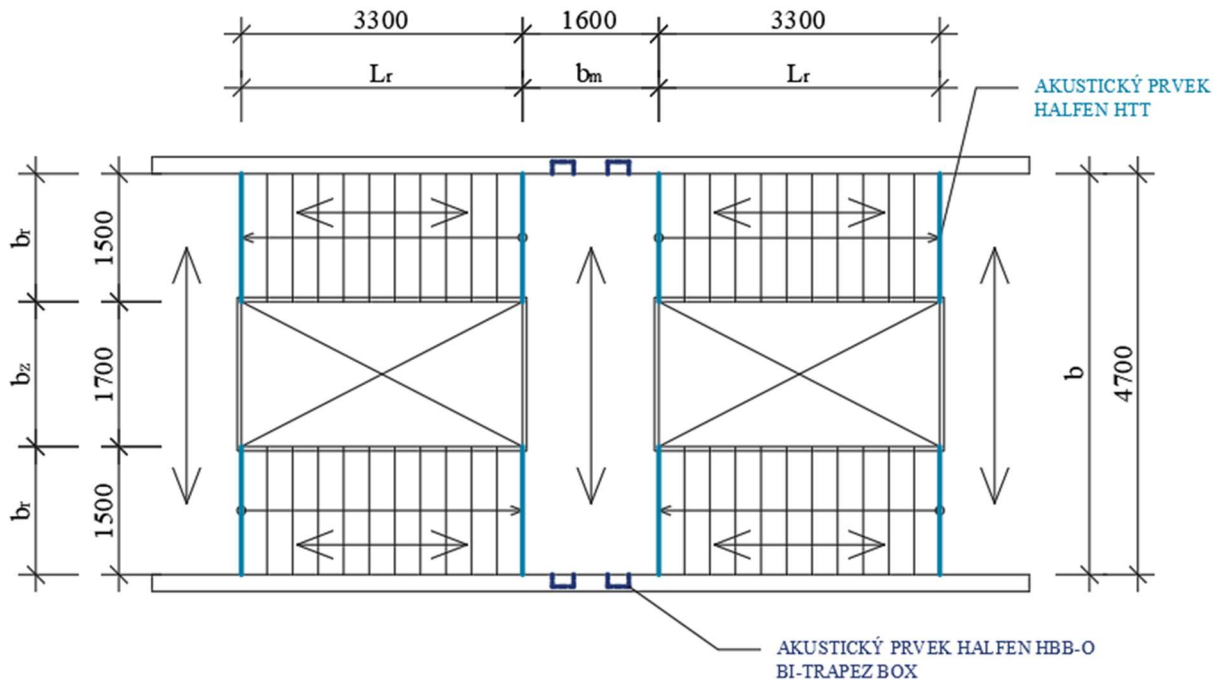
1.  $h_2 = 750 + 1500 \cdot \cos(28,81) = 2064 \text{ mm}$
2.  $> 1900 \text{ mm}$

$$2556 \text{ mm} > \max(2064, 1900)$$

$$2556 \text{ mm} > 2064 \text{ mm} \rightarrow \text{VYHOVÍ}$$

**VARIANTA B – Z 3.NP DO 6.NP**

Šířka zrcadla uvažovaná 1700 mm. Šířka ramen je shodná (1500 mm). Délka všech ramen je shodná (3300mm).



**KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ**

U varianty B jsou uvažovány některé parametry shodné s parametry u varianty A:

- POČET SCHODŮ:  $n = 20$  schodů
- VÝŠKA SCHODU:  $h_s = 165$  mm
- ŠÍŘKA SCHODU:  $b_s = 300$  mm
- ŠÍŘKA MEZIPODESTY:  $b_m = 1600$  mm
- SKLON SCHODIŠTĚ:  $\alpha = 28,81^\circ$
- ŠÍŘKA SCHODIŠTĚ:  $b = 1700$  mm

Rozdílné parametry:

- ŠÍŘKA RAMENE:  $b_{r1} = 1500$  mm
- ŠÍŘKA ZRCADLA:  $b_z = 1700$  mm

**KONTROLA PODCHODNÉ/PRŮCHODNÉ VÝŠKY**

Viz. varianta A

**TLOUŠŤKA SCHODIŠŤOVÉHO RAMENE**

Viz. varianta A

# MATERIÁLY A DRUHY ZATÍŽENÍ

## POUŽITÉ MATERIÁLY

**Beton** C 30/37 – XCI – CL<sub>0,2</sub> – D<sub>max</sub> 22 – S3

Charakteristická hodnota  
pevnosti betonu v tlaku:

$$f_{ck} = 30 \text{ MPa}$$

Návrhová hodnota

pevnosti betonu v tlaku:

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{30}{1,5} = 20 \text{ MPa}$$

**Ocel** B500B

Charakteristická hodnota  
pevnosti oceli v tahu:

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

Návrhová hodnota

pevnosti oceli v tahu:

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_m} = \frac{500}{1,15} = 434 \text{ MPa}$$

## STÁLÉ ZATÍŽENÍ

- PODLAHA

Podlaha – podesta (součást), mezipodesta

VRSTVA		$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	TLOUŠŤKA [m]	$g_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]
1	KERAMICKÁ DLAŽBA	2 000	0,01	0,200
2	LEPÍCÍ TMEL	1 500	0,006	0,090
3	PENETRAČNÍ NÁTĚR	–	–	–
4	ROZ. BETONOVÁ MAZANINA	2 200	0,053	1,166
5	SEPARAČNÍ VRSTVA – PE FÓLIE	1 470	0,0003	0,004
6	KROČEJOVÁ IZOLACE	12,5	0,03	0,004
CELKEM			$g_{ost,k}$	1,47

Ostatní podlahy v místnostech se liší pouze v druhu nášlapné vrstvy, proto uvažují pro zbylé podlahy (kromě archivu) zatížení:  $g_{ost,k} = 1,47 \text{ kN/m}^2$

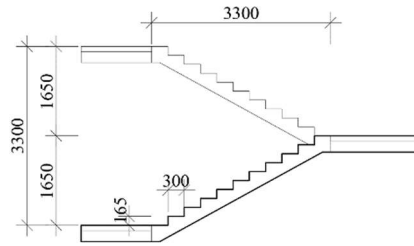
Podlaha – ramena

VRSTVA		$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	TLOUŠŤKA [m]	$g_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]
1	KERAMICKÁ DLAŽBA	2 000	0,01	0,200
2	LEPÍCÍ TMEL	1 500	0,006	0,090
3	PENETRAČNÍ NÁTĚR	–	–	–
CELKEM			$g_{r,k}$	0,29



- SCHODIŠŤOVÉ STUPNĚ

- Výška stupně:  $v = 165 \text{ mm}$
- Svislá tloušťka ŽB desky:  $t_{rs} = 217,5 \text{ mm}$
- Objemová tíha betonu:  $\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$
- Zatížení od podlahy na schodišťovém rameni:  $g_{r,k} = 0,29 \text{ kN/m}^2$



ZATÍŽENÍ BEZ TÍHY ŽB DESKY (stupně + podlaha)

$$g_{k1} = \frac{1}{2} \cdot v \cdot g_{b,k} + g_{r,k} = \frac{1}{2} \cdot 165 \cdot 25 \cdot 10^{-3} + 0,29 \doteq 2,4 \text{ kN/m}^2$$

ZATÍŽENÍ S TÍHOU ŽB DESKY (stupně + podlaha + ŽB deska)

$$g_{sk} = g_{k1} + t_s \cdot g_{b,k} = 2,4 + 217,5 \cdot 10^{-3} \cdot 25 \doteq 7,9 \text{ kN/m}^2$$

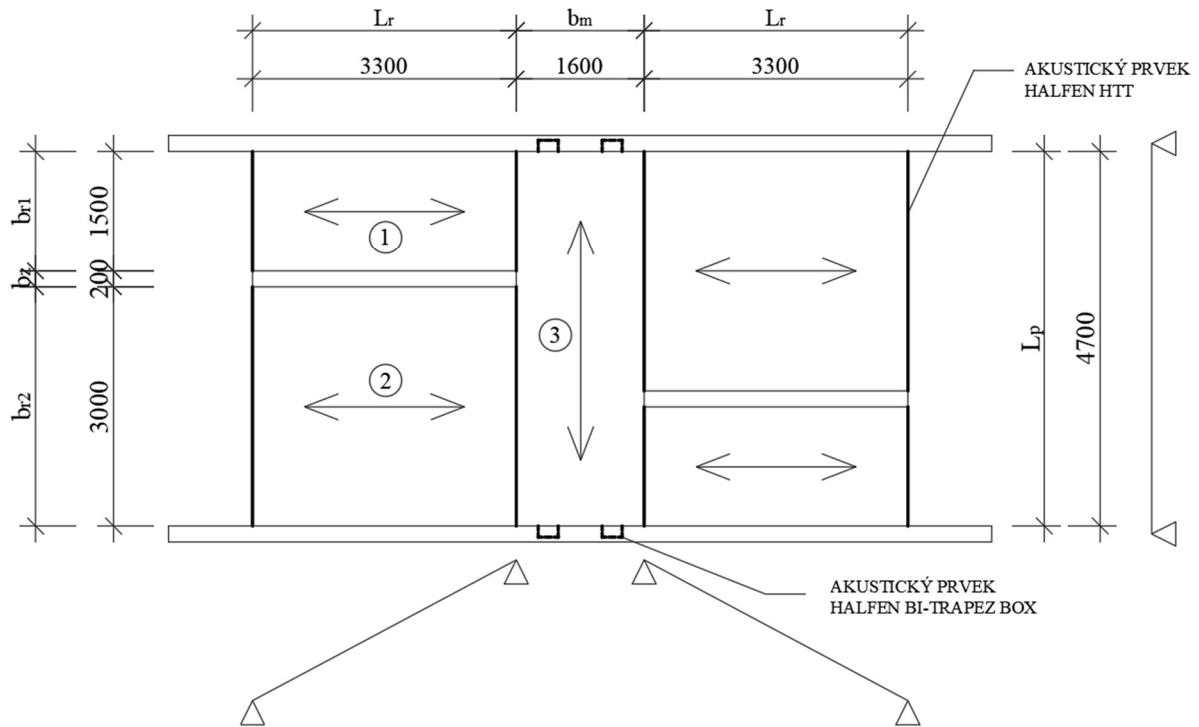
## PROMĚNNÉ

- UŽITNÉ ZATÍŽENÍ

- Kancelářské plochy: kategorie B:  $q_k = 3,0 \text{ kN/m}^2$

# NÁVRH VNITŘNÍCH SIL – RUČNÍ VÝPOČET

## SCHODIŠTĚ – VARIANTA A



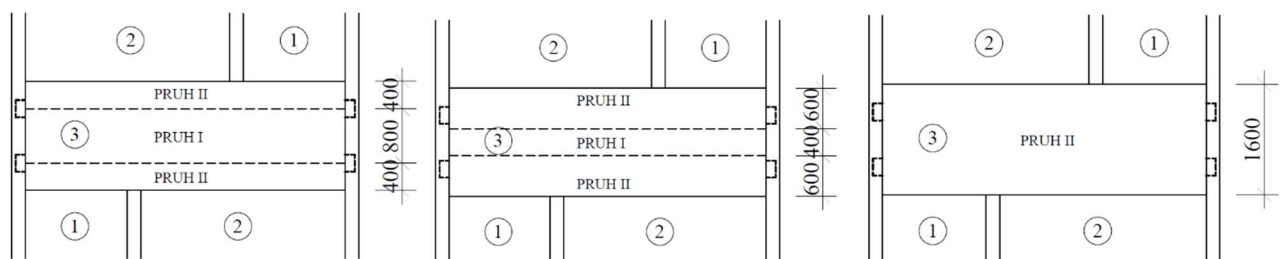
Schodiště bude řešeno ve 3 variantách vyztužení mezipodesty:

1. Pruh I = 800 mm, pruh II = 400 mm (zahrnuje vliv schodišťového ramene)
2. Pruh I = 400 mm, pruh II = 600 mm
3. Pruh II = 1600 mm (rovnoměrné vyztužení po celé šířce mezipodesty)

1.

2.

3.



## ZATÍŽENÍ SCHODIŠŤOVÉHO RAMENE

- Schodišťové stupně + podlaha + ŽB deska:  $g_{sk} = 7,9 \text{ kN/m}^2$  (viz. str. P10)
- Užité zatížení:  $q_k = 3,0 \text{ kN/m}^2$  (viz. str. P10)

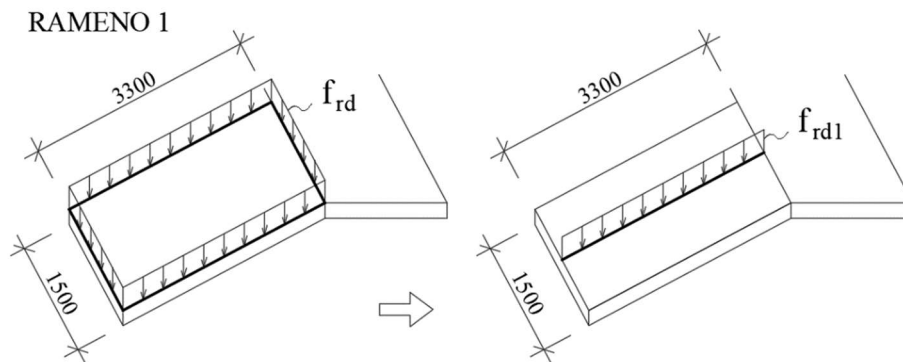
$$f_{rd} = \gamma_G \cdot g_k + \gamma_Q \cdot q_k = 1,35 \cdot 7,9 + 1,5 \cdot 3 = 14 \text{ kN/m}^2$$

- Rameno 1:  $b_{r1} = 1500 \text{ mm}$

$$f_{rd1} = f_{rd} \cdot b_{r1} = 14 \cdot 1,5 = 21 \text{ kN/m}$$

- Rameno 2:  $b_{r2} = 3000 \text{ mm}$

$$f_{rd2} = f_{rd} \cdot b_{r2} = 14 \cdot 3 = 42 \text{ kN/m}$$



Hodnoty zatížení mezipodesty pro rameno 1 a 2:

RAMENO	PRUH I	
	$b_l$ [mm]	$f_{prd}$ [kN/m]
RAMENO 1	1500	21
RAMENO 2	3000	42

## ZATÍŽENÍ MEZIPODESTY

- Zatížení od ŽB desky:  $g_{dk} = h_d \cdot \gamma_b = 0,2 \cdot 25 = 5,0 \text{ kN/m}^2$
- Zatížení od podlahy:  $g_{pk} = 1,47 \text{ kN/m}^2$  (viz. str. P8)
- Užité zatížení:  $q_k = 3,0 \text{ kN/m}^2$  (viz. str. P8)

$$f_{pd} = \gamma_G \cdot \Sigma g_k + \gamma_Q \cdot q_k = 1,35 \cdot (5,0 + 1,47) + 1,5 \cdot 3 \doteq 14,0 \text{ kN/m}^2$$

- MEZIPODESTA – PRUH I:

1. VARIANTA : šířka pruhu I = 0,8 m

$$f_{pld1} = f_{pd} \cdot 0,8 = 14,0 \cdot 0,8 = 11 \text{ kN/m}$$

2. VARIANTA : šířka pruhu I = 0,4 m

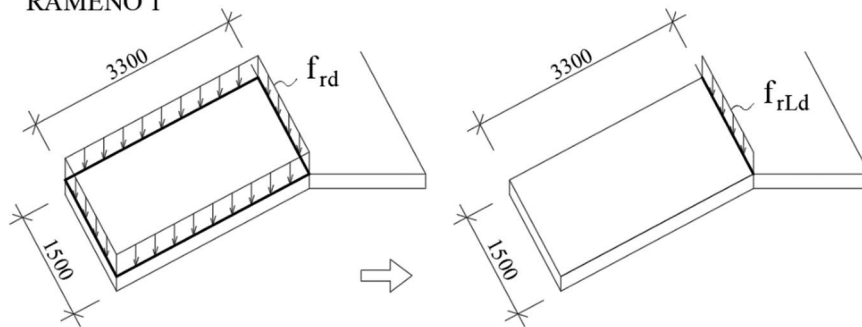
$$f_{pIa} = f_{Pd} \cdot 0,4 = 14,0 \cdot 0,4 = 5,5 \text{ kN/m}$$

- MEZIPODESTA – PRUH II:

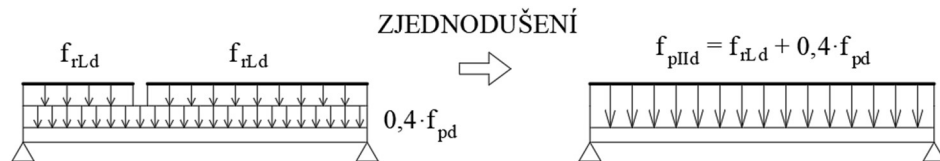
Liniové zatížení od ramen:

$$f_{rLd} = \frac{1}{2} \cdot f_{rd} \cdot 1 \cdot L_r = \frac{1}{2} \cdot 14 \cdot 1 \cdot 3,3 = 23 \text{ kN/m}$$

RAMENO 1



Zjednodušení: zatížení  $f_{pd}$  a  $f_{rLd}$  působí po celé délce mezipodesty



Zatížení mezipodesty:

1. VARIANTA : šířka pruhu II = 0,4 m

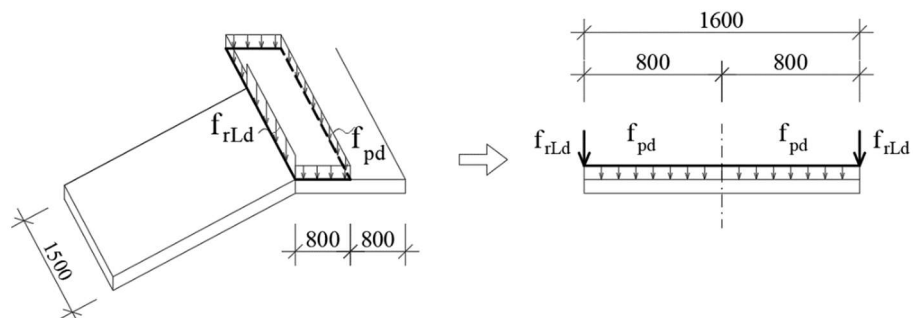
$$f_{pIIa} = f_{rLd} + f_{Pd} \cdot 0,4 = 23 + 14,0 \cdot 0,4 = 29 \text{ kN/m}$$

2. VARIANTA : šířka pruhu II = 0,6 m

$$f_{pIIa} = f_{rLd} + f_{Pd} \cdot 0,6 = 23 + 14,0 \cdot 0,6 = 31 \text{ kN/m}$$

3. VARIANTA : šířka pruhu II = 1,6 m

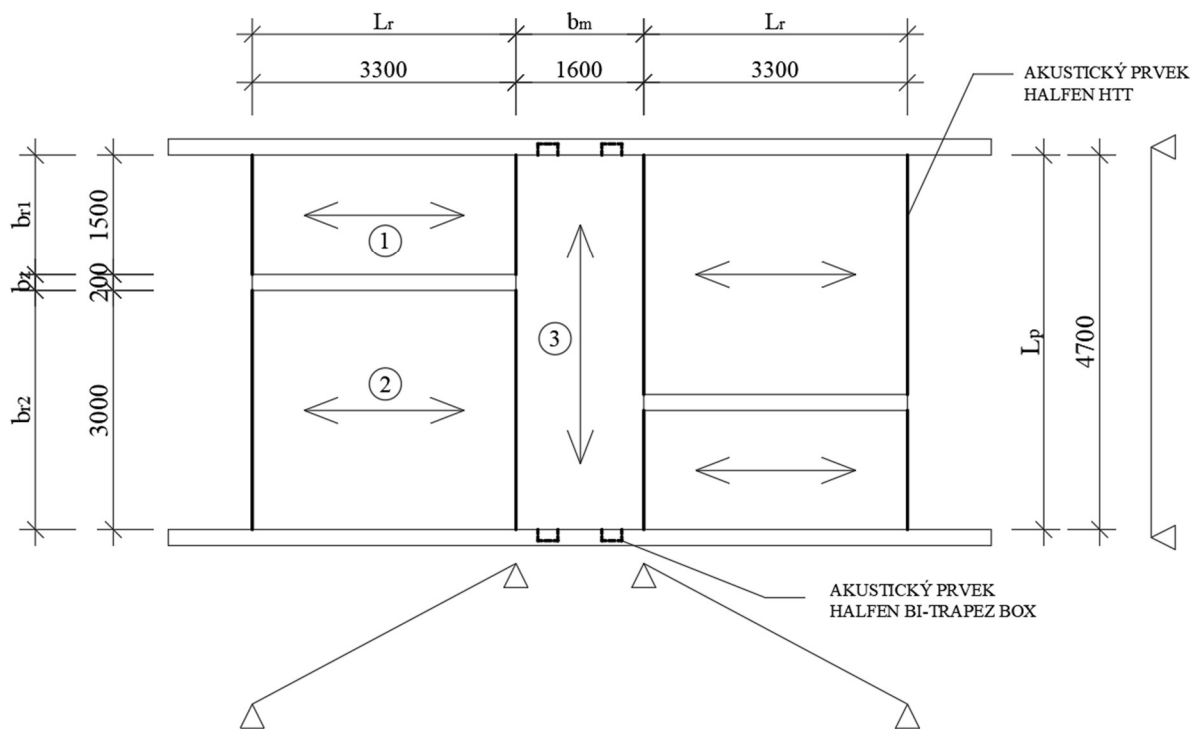
$$f_{pIIa} = 2 \cdot f_{rLd} + f_{Pd} \cdot 1,6 = 2 \cdot 23 + 14,0 \cdot 1,6 = 68 \text{ kN/m}$$



Hodnoty zatížení mezipodesty v pruzích I a II:

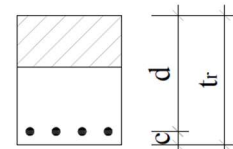
MAZIPODESTA $h_d = 200$ mm		PRUH I		PRUH II	
		$b_I$ [mm]	$f_{pld}$ [kN/m]	$b_{II}$ [mm]	$f_{pld}$ [kN/m]
SCHODIŠTĚ A	Varianta 1	800	11	400	29
	Varianta 2	400	5,5	600	31
	Varianta 3	-	-	1600	68

## NÁVRH VÝZTUŽE



## SCHODIŠŤOVÁ RAMENA

- Ohybová výztuž:  $\varnothing 10$  mm
- Rozdělovací výztuž:  $\varnothing 8$  mm
- Účinná výška:  $d = t_r - c - \frac{\varnothing}{2} = 191 - 25 - \frac{10}{2} = 161$  mm



**MEZIPODESTA**

– Výztuž v pruzích:

I. VARIANTA 1, VARIANTA 2

Ohybová výztuž: Ø 10 mm

Rozdělovací výztuž: Ø 8 mm

II. VARIANTA 1

Ohybová výztuž: Ø 24 mm

Rozdělovací výztuž: Ø 14 mm

VARIANTA 2

Ohybová výztuž: Ø 20 mm

Rozdělovací výztuž: Ø 12 mm

VARIANTA 3

Ohybová výztuž: Ø 18 mm

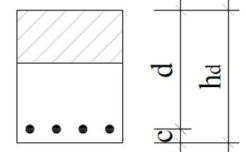
Rozdělovací výztuž: Ø 10 mm

– Účinná výška:  $d_{I1} = d_{I2} = h_d - c - \frac{\varnothing}{2} = 200 - 25 - \frac{10}{2} = 170 \text{ mm}$

$$d_{II1} = h_d - c - \frac{\varnothing}{2} = 200 - 25 - \frac{24}{2} = 163 \text{ mm}$$

$$d_{II2} = h_d - c - \frac{\varnothing}{2} = 200 - 25 - \frac{20}{2} = 165 \text{ mm}$$

$$d_{II3} = h_d - c - \frac{\varnothing}{2} = 200 - 25 - \frac{18}{2} = 166 \text{ mm}$$



**NÁVRH OHYBOVÉ VÝZTUŽE**

Ohybový moment od daného zatížení  $M_{Ed}$  [kNm]:

$$M_{Ed} = \frac{1}{8} \cdot f_d \cdot L \text{ [kNm]}$$

Posouvající síla  $V_{Ed}$  [kN]:

$$V_{Ed} = \frac{1}{2} \cdot f_d \cdot L \text{ [kN]}$$

Součinitel  $\mu$  [-]:

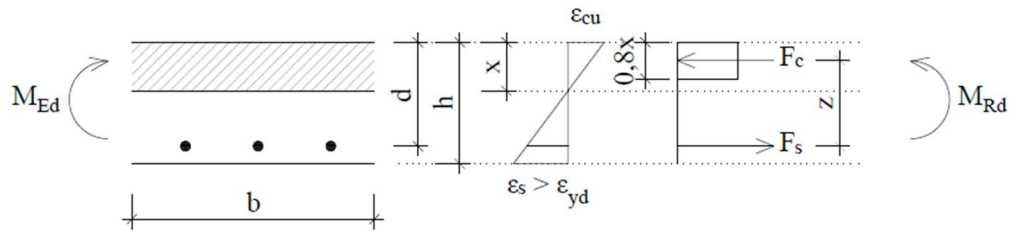
$$\mu = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} \text{ [-]} \rightarrow \text{dle tabulky: } \zeta \text{ [-]}$$

Potřebná plocha výztuže  $a_{s,reqd}$  [mm<sup>2</sup>]:

$$a_{s,reqd} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} \text{ [mm}^2\text{]}$$

$$A_{s,prov} \geq a_{s,reqd} \text{ [mm}^2\text{]}$$

Výška tlačené oblasti  $x$  [mm]:



$$F_{cd} = F_{sd}$$

$$0,8 \cdot x \cdot b \cdot f_{cd} = f_{yd} \cdot A_{s,prov} \rightarrow x = \frac{f_{yd} \cdot A_{s,prov}}{0,8 \cdot b \cdot f_{cd}} \text{ [mm]}$$

Rameno sil  $z$  [mm]:

$$z = d - 0,4 \cdot x \text{ [mm]}$$

Moment únosnosti  $M_{Rd}$  [kNm]:

$$M_{Rd} = F_s \cdot z = A_{s,prov} \cdot f_{yd} \cdot z \text{ [kNm]}$$

$$M_{Ed} \geq M_{Rd} \text{ [kNm]}$$

### NÁVRH OHYBOVÉ VÝZTUŽE

rameno/ mezipodesta	b [mm]	d [mm]	$M_{Ed}$ [kNm]	$\mu$ [-]	$\zeta$ [-]	$a_{s,reqd}$ [mm <sup>2</sup> ]	$A_{s,prov}$ [mm <sup>2</sup> ]	výztuž
R1	1500	161	31	0,040	0,980	454	471	Ø10 á 250 mm
R2	3000	161	62	0,040	0,980	908	942	Ø10 á 250 mm
MI <sub>1</sub>	800	170	29	0,063	0,968	407	419	Ø10 á 150 mm
MI <sub>2</sub>	400	170	14	0,061	0,969	196	209	Ø10 á 150 mm
MII <sub>1</sub>	400	164	84	0,400	0,724	1641	1645	Ø24 á 110 mm
MII <sub>2</sub>	600	165	91	0,280	0,832	1528	1571	Ø20 á 120 mm
MII <sub>3</sub>	1600	166	197	0,230	0,867	3154	3393	Ø18 á 120 mm

POSOUZENÍ VÝZTUŽE

rameno/ mezipodesta	$M_{Ed}$ [kNm]	$x$ [mm]	$\xi$ [-]	$\xi \leq \xi_{lim} = 0,45$ [-]	$z$ [mm]	$M_{Rd}$ [kNm]	$M_{ed} \leq M_{Rd}$
R1	31	9	0,056	ANO	157	32	ANO
R2	62	9	0,056	ANO	157	64	ANO
MI <sub>1</sub>	29	15	0,088	ANO	164	30	ANO
MI <sub>2</sub>	14	15	0,092	ANO	164	15	ANO
MII <sub>1</sub>	84	112	0,687	NE	118	84	ANO
MII <sub>2</sub>	91	72	0,436	ANO	136	93	ANO
MII <sub>3</sub>	197	58	0,349	ANO	142	209	ANO

ROZDĚLOVACÍ VÝZTUŽ

- Výztuž: Ø 8 mm, Ø 10 mm; Ø 14 mm

Potřebná plocha výztuže  $a_{s,roz}$  [mm<sup>2</sup>]:

$$a_{s,roz} = 0,25 \cdot A_{s,prov} \text{ [mm}^2\text{]}$$

$$A_{s,roz} \geq a_{s,roz} \text{ [mm}^2\text{]}$$

rameno/ mezipodesta	$b$ [mm]	$A_{s,prov}$ [mm <sup>2</sup> ]	$a_{s,roz}$ [mm <sup>2</sup> ]	$A_{s,roz}$ [mm <sup>2</sup> ]	výztuž	$A_{s,roz} \geq a_{s,roz}$
R1	1500	471	118	352	Ø8 á 250 mm	ANO
R2	3000	942	236	654	Ø8 á 250 mm	ANO
MI <sub>1</sub>	800	419	105	212	Ø8 á 250 mm	ANO
MI <sub>2</sub>	400	209	53	131	Ø8 á 250 mm	ANO
MII <sub>1</sub>	400	1645	412	565	Ø14 á 150 mm	ANO
MII <sub>2</sub>	600	1571	393	393	Ø10 á 150 mm	ANO
MII <sub>3</sub>	1600	3393	849	917	Ø10 á 150 mm	ANO

KONSTRUKČNÍ ZÁSADY

Minimální plocha výztuže  $A_{s,min}$  [mm<sup>2</sup>]:

$$A_{s,prov} \geq A_{s,min} = \left( 0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d; 0,0013 \cdot b \cdot d \right)$$

Maximální plocha výztuže  $A_{s,max}$  [mm<sup>2</sup>]:

$$A_{s,prov} \leq A_{s,max} = 0,04 \cdot b \cdot h$$

Maximální rozteč výztuže  $s_{max}$  [mm]:

$$s \leq s_{max} = \min (2 \cdot h; 250 \text{ mm})$$

Minimální světlá vzdálenost  $s_{i,min}$  [mm]:

$$s_i \geq s_{i,min} = \max (2 \text{ mm}; 1,2 \cdot \phi_s; D_{max} + 15 \text{ mm})$$



rameno/ mezipodesta	$A_{s,min}$ [mm <sup>2</sup> ]	$A_{s,prov}$ [mm <sup>2</sup> ]	$A_{s,max}$ [mm <sup>2</sup> ]	s [mm]	$s_{max}$ [mm]	$s_i$ [mm]	$s_{i,min}$ [mm]	splňuje podmínky
R1	364	471	11435	250	250	240	37	ANO
R2	727	942	22869	250	250	240	37	ANO
MI <sub>1</sub>	206	419	6400	150	250	140	37	ANO
MI <sub>2</sub>	103	209	3200	150	250	140	37	ANO
MII <sub>1</sub>	99	1645	3200	110	250	86	37	ANO
MII <sub>2</sub>	150	1571	4800	120	250	100	37	ANO
MII <sub>3</sub>	401	3393	12800	120	250	102	37	ANO

### PŘEDPOKLAD PŘETVOŘENÍ VÝZTUŽE

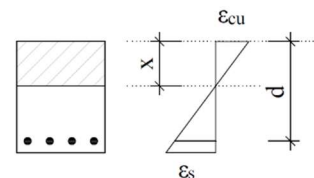
- Napětí ve výztuži těsně po vzniku trhlin:  $\sigma_s = f_{yd} = 434$  MPa
- Modul pružnosti oceli:  $E = 200\,000$  MPa
- Mezní přetvoření betonu:  $\varepsilon_{cu} = 0,0035 = 3,5$  ‰
- Přetvoření oceli na mezi kluzu  $\varepsilon_{yd}$  [‰] :

$$\varepsilon_{yd} = \frac{\sigma_s}{E} = \frac{434}{200\,000} = 0,00217 \rightarrow \varepsilon_{yd} = 2,17\text{‰}$$

Mezí přetvoření oceli  $\varepsilon_s$  [‰]:

$$\frac{\varepsilon_{cu}}{x} = \frac{\varepsilon_s}{d-x} \rightarrow \varepsilon_s = \frac{\varepsilon_{cu} \cdot (d-x)}{x} \text{ [‰]}$$

$$\varepsilon_s \geq \varepsilon_{yd} \text{ [‰]}$$



rameno/ mezipodesta	x [mm]	d [mm]	$\varepsilon_s$ [‰]	$\varepsilon_{yd}$ [‰]	$\varepsilon_s \geq \varepsilon_{yd}$ [‰]
R1	9	161	58,95	2,17	ANO
R2	9	161	58,95	2,17	ANO
MI <sub>1</sub>	15	170	36,17	2,17	ANO
MI <sub>2</sub>	15	170	36,17	2,17	ANO
MII <sub>1</sub>	112	163	1,59	2,17	NE
MII <sub>2</sub>	72	165	4,52	2,17	ANO
MII <sub>3</sub>	58	166	6,52	2,17	ANO

**OVĚŘENÍ PRŮHYBU MEZIPODESTY: PRUH II = 1600 mm (varianta 3)**

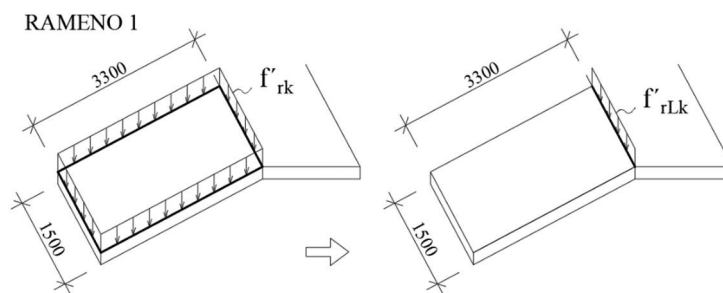
**KVAZISTÁLÉ ZATÍŽENÍ**

- Kancelářské plochy:  $\psi_2 = 0,3$
- **Schodišťové rameno:**
  1. Stálé zatížení:  $g_{sk} = 7,9 \text{ kN/m}^2$  (viz. str. P9)
  2. Užité zatížení:  $q_k = 3,0 \text{ kN/m}^2$  (viz. str. P9)
  3. Zatížení od podlahy:  $g_{rk} = 0,29 \text{ kN/m}^2$  (viz. str. P8)

$$f'_{rk} = g_k + \psi_2 \cdot q_k = (7,9 + 0,29) + 0,3 \cdot 3 \doteq 8,8 \text{ kN/m}^2$$

Liniové zatížení od ramen:

$$f'_{rLk} = \frac{1}{2} \cdot f'_{rk} \cdot 1 \cdot L_r = \frac{1}{2} \cdot 8,8 \cdot 1 \cdot 3,3 = 15 \text{ kN/m}$$



- **Mezipodesta:**

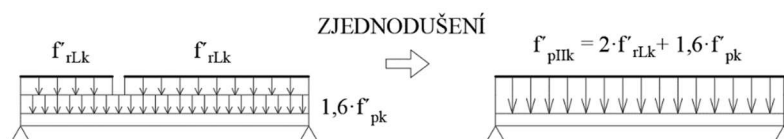
1. Zatížení od ŽB desky:  $g_{dk} = h_d \cdot \gamma_b = 0,2 \cdot 25 = 5,0 \text{ kN/m}^2$
2. Zatížení od podlahy:  $g_{ost,k} = 1,47 \text{ kN/m}^2$  (viz str. P8)
3. Užité zatížení:  $q_k = 3,0 \text{ kN/m}^2$  (viz str. P9)

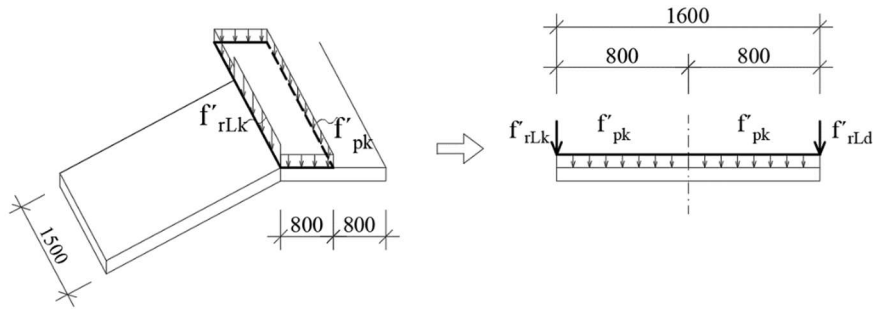
$$f'_{pk} = g_k + \psi_2 \cdot q_k = (5,0 + 1,47) + 0,3 \cdot 3 = 7,4 \text{ kN/m}^2$$

PRUH II – VARIANTA 3

zjednodušení: uvažuji zatížení  $f'_{rLk}$  po celé délce mezipodesty:

$$f'_{pIIk} = f'_{pk} \cdot 1,6 + 2 \cdot f'_{rLk} = 7,4 \cdot 1,6 + 2 \cdot 15 = 41 \text{ kN/m}$$





Ohybový moment od daného zatížení:

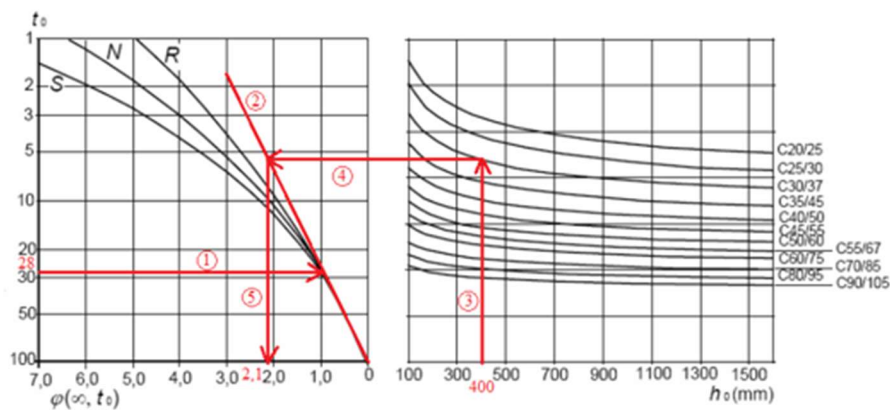
$$M_{gk} = \frac{1}{8} \cdot f'_{pIIk} \cdot L_p^2 = \frac{1}{8} \cdot 41 \cdot 4,7^2 = 112 \text{ kNm}/1,6 \text{ m}$$

Hodnoty kvazistálého zatížení a ohybového momentu od daného zatížení:

MAZIPODESTA $h_d = 200 \text{ mm}$		PRUH II		
		$b_{II}$ [mm]	$f'_{pIIk}$ [kN/m]	$M_{gk}$ [kNm]
SCHODIŠTĚ A	Varianta 1	400	17,36	48
	Varianta 2	600	18,84	52
	Varianta 3	1600	40,63	112

## DLOUHODOBÝ STAV

- Plocha výztuže:  $A_{s,prov} = 3393 \text{ mm}^2/1,6 \text{ m} \rightarrow A_{s,prov} = 3,39 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/1,6 \text{ m}$
- Součinitel dotvarování  $\varphi = 2,1$ :
  1. Beton C30/37
  2. Vlhkost vnitřního prostředí:  $RH = 50\%$
  3. Stáří betonu v okamžiku zatěžování:  $t_0 = 28 \text{ dní}$
  4. Obvod vystavený smršťování:  $u = b = 1,6 \text{ m}$  (pouze horní povrch)
  5. Plocha průřezu:  $A_c = b \cdot h = 1,6 \cdot 0,2 = 0,32 \text{ m}^2$
  6. Jmenovitý rozměr prvku:  $h_0 = \frac{2 \cdot A_c}{u} = \frac{2 \cdot 0,32}{1,6} = 0,4$



**Bez trhlin**

Efektivní modul pružnosti  $E_{c,LT}$  [GPa]:

$$E_{c,LT} = \frac{E_{cm}}{1 + \varphi} = \frac{33}{1 + 2,1} = 10,6 \text{ GPa}$$

Účinný poměr modulů pružnosti  $\alpha_{c,LT}$ :

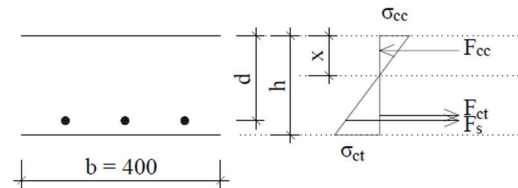
$$\alpha_{LT} = \frac{E_s}{E_{c,LT}} = \frac{200}{10,6} = 18,9$$

Výška tlačené oblasti  $x_{I,LT}$  [m]:

$$F_{cc} = F_{ct} + F_s \text{ [kN]}$$

$$\sigma_{cc} = \sigma_{ct} \cdot \frac{x_{I,LT}}{h - x_{I,LT}} \text{ [MPa]}$$

$$\sigma_s = \sigma_{ct} \cdot \alpha_{st} \cdot \frac{d - x_{I,LT}}{h - x_{I,LT}} \text{ [MPa]}$$



Po dosazení a úpravě:

$$\begin{aligned} x_{I,LT} &= \frac{b \cdot h^2 + 2 \cdot A_s \cdot (\alpha_{LT} - 1) \cdot d}{2 \cdot b \cdot h + 2 \cdot A_s \cdot (\alpha_{LT} - 1)} = \\ &= \frac{1,6 \cdot 0,2^2 + 2 \cdot 3,39 \cdot 10^{-3} \cdot (18,9 - 1) \cdot 0,166}{2 \cdot 1,6 \cdot 0,2 + 2 \cdot 3,39 \cdot 10^{-3} \cdot (18,9 - 1)} = \\ &= 0,110 \text{ m} \end{aligned}$$

Moment setrvačnosti  $I_{I,LT}$  [m<sup>4</sup>]

$$\begin{aligned} I_{I,LT} &= \frac{1}{12} \cdot b \cdot h^3 + b \cdot h \cdot \left(x_{I,LT} - \frac{h}{2}\right)^2 + A_s \cdot (\alpha_{st} - 1) \cdot (d - x_{I,LT})^2 = \\ &= \frac{1}{12} \cdot 1,6 \cdot 0,2^3 + 1,6 \cdot 0,2 \cdot (0,110 - 0,1)^2 + 3,39 \cdot 10^{-3} \cdot (18,9 - 1) \\ &\quad \cdot (0,166 - 0,110)^2 = 1,29 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4 \end{aligned}$$

**S plně rozvinutými trhlinami**

Výška tlačené oblasti  $x_{II,LT}$  [m]:

$$\begin{aligned} x_{II,LT} &= \frac{A_s \cdot (\alpha_{LT} - 1)}{b} \cdot \left(-1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot b \cdot d}{A_s \cdot (\alpha_{LT} - 1)}}\right) = \\ &= \frac{3,39 \cdot 10^{-3} \cdot (18,9 - 1)}{1,6} \cdot \left(-1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot 1,6 \cdot 0,166}{3,39 \cdot 10^{-3} \cdot (18,9 - 1)}}\right) = \\ &= 0,080 \text{ m} \end{aligned}$$

Moment setrvačnosti  $I_{II,LT}$  [m<sup>4</sup>]

$$\begin{aligned} I_{II,LT} &= \frac{1}{3} \cdot b \cdot x_{II,LT}^3 + \alpha_{LT} \cdot A_s \cdot (d - x_{II,LT})^2 = \\ &= \frac{1}{3} \cdot 1,6 \cdot 0,080^3 + 18,9 \cdot 3,39 \cdot 10^{-3} \cdot (0,166 - 0,080)^2 = \\ &= 7,44 \cdot 10^{-4} \text{ m}^4 \end{aligned}$$

### VLIV SMRŠŤOVÁNÍ

- Stáří betonu na začátku vysychání:  $t_s = 3$  dny
- Předpokládaná doba životnosti:  $t = 50$  let = 18250 dní
- Typ cementu R: součinitelé  $\alpha_{sd1} = 6$  a  $\alpha_{sd2} = 0,11$
- Součinitel  $k_h = 0,725$  (podle hodnoty  $h_0$ )

#### Smršťování od vysychání

Součinitel časového průběhu smršťování  $\beta_{ds}$  [-]:

$$\beta_{ds}(t, t_s) = \frac{(t - t_s)}{(t - t_s) + 0,04 \cdot \sqrt[3]{h_0}} = \frac{18250 - 3}{(18250 - 3) + 0,04 \cdot \sqrt[3]{0,4}} \doteq 1$$

Základní poměrné přetvoření vysycháním  $\varepsilon_{d,0}$  [-]:

$$\begin{aligned} \varepsilon_{d,0} &= 0,85 \cdot \left[ (220 + 110 \cdot \alpha_{s1}) \cdot e^{-\alpha_{s2} \cdot \frac{f_{cm}}{f_{cm0}}} \right] \cdot 10^{-6} \cdot \beta_{RH} = \\ &= 0,85 \cdot \left[ (220 + 110 \cdot 6) \cdot e^{-0,11 \cdot \frac{38}{10}} \right] \cdot 10^{-6} \cdot 1,36 = 6,68 \cdot 10^{-4} \end{aligned}$$

$$\beta_{RH} = 1,55 \cdot \left[ 1 - \left( \frac{RH}{RH_0} \right)^3 \right] = 1,55 \cdot \left[ 1 - \left( \frac{50}{100} \right)^3 \right] = 1,36$$

Poměrné smrštění od vysychání  $\varepsilon_{cd}(t)$  [-]:

$$\varepsilon_{cd}(t) = \beta_{ds}(t, t_s) \cdot k_h \cdot \varepsilon_{d,0} = 1 \cdot 0,725 \cdot 6,68 \cdot 10^{-4} = 4,84 \cdot 10^{-4}$$

#### Chemické smršťování

$$\beta_{as}(t, t_s) = 1 - e^{(-0,2 \cdot t^{0,5})} = 1 - e^{(-0,2 \cdot 18250^{0,5})} = 1$$

$$\varepsilon_{ca}(\infty) = 2,5 \cdot (f_{ck} - 10) \cdot 10^{-6} = 2,5 \cdot (30 - 10) \cdot 10^{-6} = 5 \cdot 10^{-5}$$

Poměrné chemické smrštění  $\varepsilon_{ca}(t)$  [-]:

$$\varepsilon_{ca}(t) = \beta_{as}(t, t_s) \cdot \varepsilon_{ca}(\infty) = 1 \cdot 5 \cdot 10^{-5} = 5 \cdot 10^{-5}$$

#### Celkové poměrné smršťování

$$\varepsilon_{cs} = \varepsilon_{cd}(t) + \varepsilon_{ca}(t) = 4,84 \cdot 10^{-4} + 5 \cdot 10^{-5} = 5,34 \cdot 10^{-4}$$

## VÝPOČET PRŮHYBU

### Průhyb od zatížení

Moment na mezi vzniku trhlin  $M_{cr,LT}$  [kNm]:

$$M_{cr,LT} = f_{ct,ef} \cdot \frac{I_{I,LT}}{(h - x_{I,LT})} = 2,9 \cdot 10^3 \cdot \frac{1,29 \cdot 10^{-3}}{(0,2 - 0,110)} = 41,72 \text{ kNm}/1,6\text{m}$$

Rozdělovací součinitel  $\zeta_{LT}$  [-]:

$$\zeta_{LT} = 1 - \beta_{LT} \cdot \left( \frac{M_{cr,LT}}{M_{gk}} \right)^2 = 1 - 0,5 \cdot \left( \frac{41,72}{112} \right)^2 = 0,931$$

Křivost  $\left(\frac{1}{r}\right)_{g,LT}$  [ $m^{-1}$ ]:

$$\begin{aligned} \left(\frac{1}{r}\right)_{g,LT} &= M_{gk} \cdot \left[ (1 - \xi_{g,LT}) \cdot \frac{1}{E_{c,LT} \cdot I_{I,LT}} + \xi_{g,LT} \cdot \frac{1}{E_{c,LT} \cdot I_{II,LT}} \right] = \\ &= 112 \cdot 10^3 \cdot \left[ (1 - 0,931) \cdot \frac{1}{10,6 \cdot 10^9 \cdot 1,29 \cdot 10^{-3}} + 0,931 \cdot \frac{1}{10,6 \cdot 10^9 \cdot 7,44 \cdot 10^{-4}} \right] = 0,014 \text{ m}^{-1} \end{aligned}$$

Průhyb od zatížení  $w_{g,LT}$  [-]:

$$w_{g,LT} = \frac{5}{48} \cdot \left(\frac{1}{r}\right)_{g,LT} \cdot L_p^2 = \frac{5}{48} \cdot 0,014 \cdot 4,7^2 = 0,031 \text{ m}$$

### Průhyb od smršťování

Statický moment betonářské výztuže  $S_{S0}$  [ $m^3$ ]:

$$S_{S0} = A_s \cdot d = 3,39 \cdot 10^{-3} \cdot 0,166 = 5,63 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$$

Statický moment betonového průřezu bez trhlin  $S_{C0}$  [ $m^3$ ]:

$$S_{C0} = A_c \cdot \frac{h}{2} = 0,32 \cdot \frac{0,2}{2} = 0,032 \text{ m}^3$$

Vzdálenost těžišť betonu a výztuže  $a_{gi}$  [m]:

$$A_i = A_c + \alpha_{LT} \cdot A_s = 0,32 + 18,9 \cdot 3,39 \cdot 10^{-3} = 0,38 \text{ m}^2$$

$$a_{gi} = \frac{S_{S0} + \alpha_{LT} \cdot S_{C0}}{A_i} = \frac{5,63 \cdot 10^{-4} + 18,9 \cdot 5,63 \cdot 10^{-4}}{0,380} = 0,029 \text{ m}$$

Rozdělovací součinitel  $\zeta_{cs} = \zeta_{LT} = 0,931$

Křivost od smršťování na prvku bez trhlin  $\left(\frac{1}{r}\right)_{csI}$  [ $m^{-1}$ ]:

$$\begin{aligned} \left(\frac{1}{r}\right)_{cs,I} &= \varepsilon_{cs} \cdot \alpha_{LT} \cdot \left(\frac{S_{S0} - A_s \cdot a_{gi}}{I_{I,LT}}\right) = \\ &= 5,34 \cdot 10^{-4} \cdot 18,9 \cdot \left(\frac{5,63 \cdot 10^{-4} - 3,39 \cdot 10^{-3} \cdot 0,029}{1,29 \cdot 10^{-3}}\right) = \\ &= 0,0036 m^{-1} \end{aligned}$$

Křivost od smršťování na prvku s trhlinami  $\left(\frac{1}{r}\right)_{csII}$  [ $m^{-1}$ ]:

$$\begin{aligned} \left(\frac{1}{r}\right)_{cs,II} &= \varepsilon_{cs} \cdot \alpha_{LT} \cdot \left(\frac{S_{S0} - A_s \cdot x_{II,LT}}{I_{II,LT}}\right) = \\ &= 5,34 \cdot 10^{-4} \cdot 18,9 \cdot \left(\frac{5,63 \cdot 10^{-4} - 3,63 \cdot 10^{-3} \cdot 0,080}{7,44 \cdot 10^{-4}}\right) = \\ &= 0,0039 m^{-1} \end{aligned}$$

Celková křivost od smršťování  $\left(\frac{1}{r}\right)_{cs}$  [ $m^{-1}$ ]:

$$\begin{aligned} \left(\frac{1}{r}\right)_{cs} &= \left(\frac{1}{r}\right)_{cs,I} \cdot (1 - \xi_{cs}) + \left(\frac{1}{r}\right)_{cs,II} \cdot \xi_{cs} = \\ &= 0,0036 \cdot (1 - 0,931) + 0,0039 \cdot 0,931 = 0,0039 m^{-1} \end{aligned}$$

Průhyb od smršťování  $w_{cs}$  [-]:

$$w_{cs} = \frac{1}{8} \cdot \left(\frac{1}{r}\right)_{cs} \cdot L_p^2 = \frac{1}{8} \cdot 0,0039 \cdot 4,7^2 = 0,010 m$$

### CELKOVÝ PRŮHYB

$$w = w_{g,LT} + w_{cs} = 0,031 + 0,010 = 0,041 m = 41 mm$$

**Porovnání s limitním průhybem:**

$$w \leq w_{LIM} = \frac{L_p}{250} = \frac{4700}{250} \doteq 19 mm$$

41 mm  $\not\leq$  19 mm  $\rightarrow$  NEVYHOVUJE

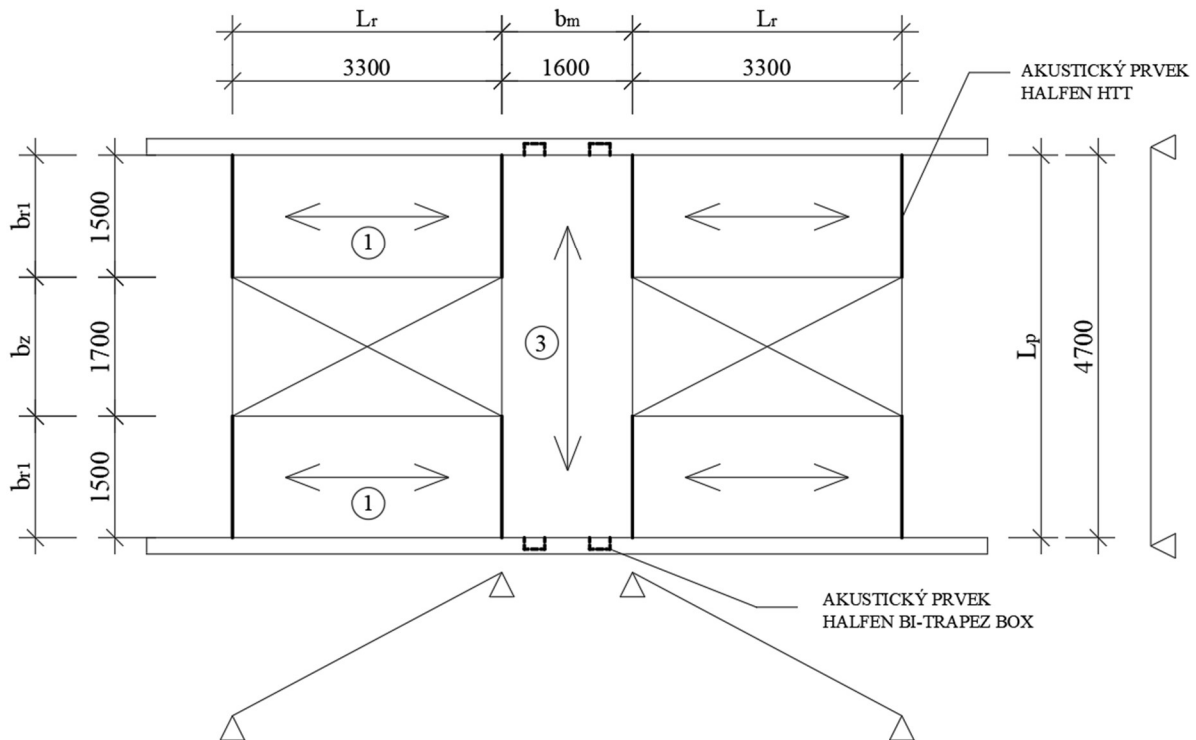
### PRŮHYBY MEZIPODEST VŠECH VARIANT 1-3 PRO SCHODIŠTĚ A:

h <sub>d</sub> = 200 mm		b <sub>I</sub> [mm]	b <sub>II</sub> [mm]	f <sub>pIIk</sub> [kN/m]	M <sub>gk</sub> [kNm]	A <sub>s</sub> [mm <sup>2</sup> ]	w <sub>g,LT</sub> [mm]	w <sub>cs</sub> [mm]	w [mm]	w <sub>lim</sub> [mm]	splňuje
SCHODIŠTĚ A	Varianta 1	800	400	17,36	48	1645	40	11	51	19	NE
	Varianta 2	400	600	18,84	52	1571	35	11	46	19	NE
	Varianta 3	-	1600	40,63	112	3393	31	10	41	19	NE

### MOŽNÁ ŘEŠENÍ

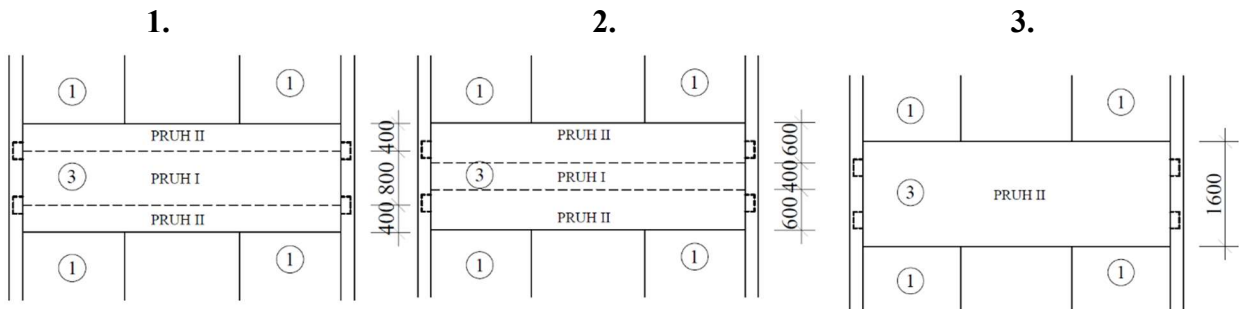
1. Podestové nosníky
2. Větší tloušťka mezipodesty

**SCHODIŠTĚ – VARIANTA B**



Schodiště bude řešeno ve 3 variantách vyztužení mezipodesty:

1. Pruh I = 800 mm, pruh II = 400 mm (zahrnuje vliv schodišťového ramene)
2. Pruh I = 400 mm, pruh II = 600 mm
3. Pruh II = 1600 mm (rovnoměrné vyztužení po celé šířce mezipodesty)



**ZATÍŽENÍ SCHODIŠTĚ**

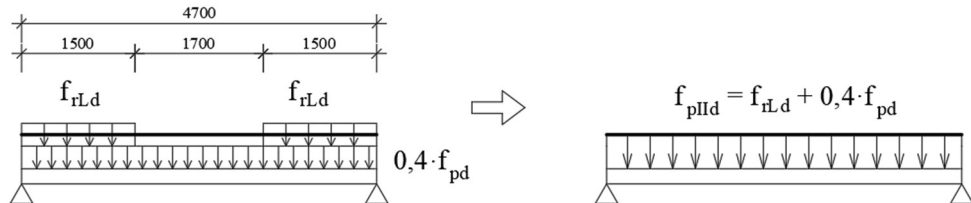
- Plošné zatížení schodišťového ramene:  $f_{rd} = 15 \text{ kN/m}^2$  (viz. Varianta A, str. P11)
- Mezipodesta:
  - Plošné zatížení mezipodesty:  $f_{pd} = 14 \text{ kN/m}^2$  (viz. schodiště A, str. P11)
  - Liniové zatížení od ramen:  $f_{rLd} = 25 \text{ kN/m}$  (viz. schodiště A, str. P12)
  - Pruh I:  $f_{pId1} = 11 \text{ kN/m}$  (viz. schodiště A, varianta 1, str. P11)
  - $f_{pId2} = 5,5 \text{ kN/m}$  (viz. schodiště A, varianta 2, str. P12)



- Pruh II: Náhradní zatížení:

VARIANTA 1:

$$f_{pII d1} = \frac{0,4 \cdot f_{pd} \cdot 4,7 + f_{rLd} \cdot (1,5 + 1,5)}{4,7} = \frac{0,4 \cdot 14,0 \cdot 4,7 + 23,0 \cdot 3,0}{4,7} = 20 \text{ kN/m}$$

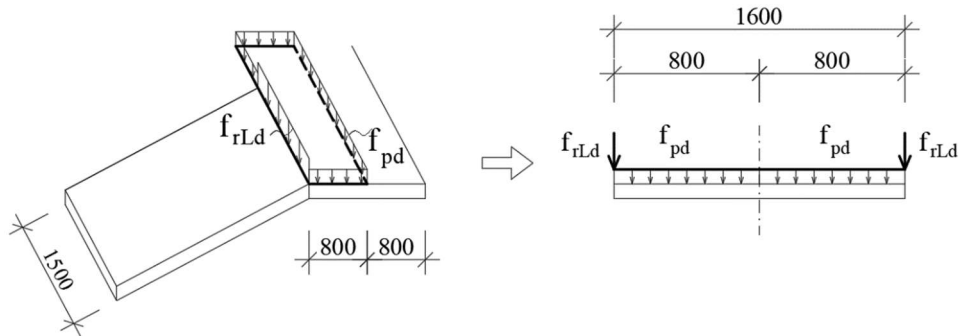


VARINATA 2:

$$f_{pII d2} = \frac{0,6 \cdot f_{pd} \cdot 4,7 + f_{rLd} \cdot (1,5 + 1,5)}{4,7} = \frac{0,6 \cdot 14,0 \cdot 4,7 + 23,0 \cdot 3,0}{4,7} = 23 \text{ kN/m}$$

VARINATA 3:

$$f_{pII d3} = \frac{1,6 \cdot f_{pd} \cdot 4,7 + 2 \cdot f_{rLd} \cdot (1,5 + 1,5)}{4,7} = \frac{1,6 \cdot 14,0 \cdot 4,7 + 2 \cdot 23,0 \cdot 3,0}{4,7} = 49 \text{ kN/m}$$



Hodnoty zatížení mezipodesty v pruzích I a II:

MAZIPODESTA $h_d = 200 \text{ mm}$		PRUH I		PRUH II	
		$b_I$ [mm]	$f_{pId}$ [kN/m]	$b_{II}$ [mm]	$f_{pIId}$ [kN/m]
SCHODIŠTĚ B	Varianta 1	800	11	400	20
	Varianta 2	400	5,5	600	23
	Varianta 3	-	-	1600	49

## NÁVRH VÝZTUŽE

### SCHODIŠŤOVÉ RAMENO

- Návrh a posouzení shodný se schodišťovým ramenem 1 ve variantě A

### MEZIPODESTA

- Výztuž v pruzích:

- I. Ohybová výztuž: Ø 10 mm – výpočet a posouzení shodné s variantou A  
Rozdělovací výztuž: Ø 8 mm

#### III. VARIANTA 1

- Ohybová výztuž: Ø 22 mm  
Rozdělovací výztuž: Ø 10 mm

#### VARIANTA 2

- Ohybová výztuž: Ø 18 mm  
Rozdělovací výztuž: Ø 10 mm

#### VARIANTA 3

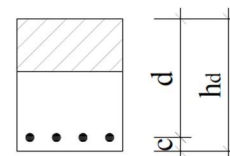
- Ohybová výztuž: Ø 16 mm  
Rozdělovací výztuž: Ø 10 mm

- Účinná výška:  $d_{I1} = 170 \text{ mm}$

$$d_{II1} = h_d - c - \frac{\phi}{2} = 200 - 25 - \frac{22}{2} = 164 \text{ mm}$$

$$d_{II2} = h_d - c - \frac{\phi}{2} = 200 - 25 - \frac{18}{2} = 166 \text{ mm}$$

$$d_{II3} = h_d - c - \frac{\phi}{2} = 200 - 25 - \frac{16}{2} = 167 \text{ mm}$$



### NÁVRH OHYBOVÉ VÝZTUŽE

rameno/ mezipodesta	b [mm]	d [mm]	M <sub>Ed</sub> [kNm]	μ [-]	ζ [-]	a <sub>s,reqd</sub> [mm <sup>2</sup> ]	A <sub>s,prov</sub> [mm <sup>2</sup> ]	výztuž
R1	1500	161	31	0,040	0,980	454	471	Ø10 á 250 mm
MI <sub>1</sub>	800	170	29	0,063	0,968	407	419	Ø10 á 150 mm
MI <sub>2</sub>	400	170	14	0,061	0,969	196	209	Ø10 á 150 mm
MII <sub>1</sub>	400	164	59	0,280	0,832	997	1014	Ø22 á 150 mm
MII <sub>2</sub>	600	166	66	0,200	0,887	1033	1091	Ø18 á 140 mm
MII <sub>3</sub>	1600	167	147	0,170	0,906	2239	2298	Ø16 á 140 mm

POSOUZENÍ VÝZTUŽE

rameno/ mezipodesta	$M_{Ed}$ [kNm]	x [mm]	$\xi$ [-]	$\xi \leq \xi_{im} = 0,45$ [-]	z [mm]	$M_{Rd}$ [kNm]	$M_{ed} \geq M_{Rd}$
R1	31	9	0,06	ANO	157	32	ANO
MI <sub>1</sub>	29	15	0,09	ANO	164	30	ANO
MI <sub>2</sub>	14	15	0,09	ANO	164	15	ANO
MII <sub>1</sub>	59	69	0,42	ANO	136	60	ANO
MII <sub>2</sub>	66	50	0,30	ANO	146	69	ANO
MII <sub>3</sub>	147	39	0,23	ANO	151	151	ANO

ROZDĚLOVACÍ VÝZTUŽ

rameno/ mezipodesta	b [mm]	$A_{s,prov}$ [mm <sup>2</sup> ]	$a_{s,roz}$ [mm <sup>2</sup> ]	$A_{s,roz}$ [mm <sup>2</sup> ]	výztuž	$A_{s,roz} \geq a_{s,roz}$
R1	1500	471	118	352	Ø8 á 250 mm	ANO
MI <sub>1</sub>	800	419	105	212	Ø8 á 250 mm	ANO
MI <sub>2</sub>	400	209	53	131	Ø8 á 250 mm	ANO
MII <sub>1</sub>	400	1014	254	254	Ø10 á 180 mm	ANO
MII <sub>2</sub>	600	1091	273	284	Ø10 á 230 mm	ANO
MII <sub>3</sub>	1600	2298	575	582	Ø10 á 250 mm	ANO

KONSTRUKČNÍ ZÁSADY

rameno/ mezipodesta	$A_{s,min}$ [mm <sup>2</sup> ]	$A_{s,prov}$ [mm <sup>2</sup> ]	$A_{s,max}$ [mm <sup>2</sup> ]	s [mm]	$s_{max}$ [mm]	$s_i$ [mm]	$s_{i,min}$ [mm]	splňuje podmínky
R1	364	471	11460	250	250	240	37	ANO
MI <sub>1</sub>	206	419	6400	150	250	140	37	ANO
MI <sub>2</sub>	103	209	3200	150	250	140	37	ANO
MII <sub>1</sub>	99	1014	3200	150	250	128	37	ANO
MII <sub>2</sub>	151	1091	4800	140	250	122	37	ANO
MII <sub>3</sub>	403	2298	12800	140	250	124	37	ANO

PŘEDPOKLAD PŘETVOŘENÍ

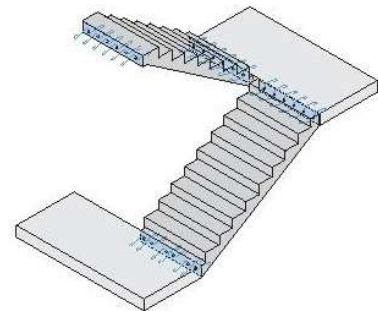
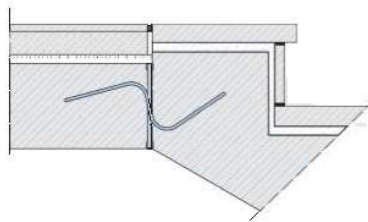
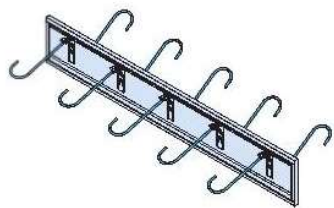
rameno/ mezipodesta	x [mm]	d [mm]	$\epsilon_s$ [‰]	$\epsilon_{yd}$ [‰]	$\epsilon_s \geq \epsilon_{yd}$
R1	9	161	58,95	2,17	ANO
MI <sub>1</sub>	15	170	36,17	2,17	ANO
MI <sub>2</sub>	15	170	36,17	2,17	ANO
MII <sub>1</sub>	69	164	4,82	2,17	ANO
MII <sub>2</sub>	50	166	8,12	2,17	ANO
MII <sub>3</sub>	39	167	11,49	2,17	ANO

PRŮHYBY

$h_d = 200$ mm		$b_I$ [mm]	$b_{II}$ [mm]	$f'_{pIIk}$ [kN/m]	Mgk [kNm]	$A_s$ [mm <sup>2</sup> ]	$w_{g,LT}$ [mm]	$w_{cs}$ [mm]	w [mm]	$w_{lim}$ [mm]	splňuje
SCHODIŠTĚ B	Varianta 1	800	400	12,15	34	1014	35	11	46	19	NE
	Varianta 2	400	600	13,62	38	1091	30	10	40	19	NE
	Varianta 3	-	1600	20,99	58	2298	18	9	27	19	NE

SMYKOVÁ ÚNOSNOST

SPÁROVÁ DESKA HALFEN HTT:



POSOUZENÍ ÚNOSNOSTI:

- $b_{r1} = 1500$  mm : HTT – 4

$$V_{Ed} = \frac{1}{2} \cdot f_{rd} \cdot b_{r1} \cdot L_r = \frac{1}{2} \cdot 14 \cdot 1,5 \cdot 3,3 = 35 \text{ kN/m}$$

$$V_{Ed} \leq V_{Rd} \rightarrow 35 \text{ kN/m} \leq 35,9 \text{ kN/m} \rightarrow \text{VYHOVÍ}$$

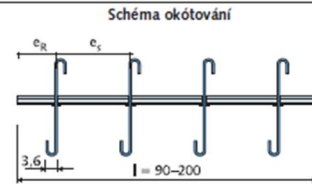
- $b_{r2} = 3000$  mm: HTT – 8

$$V_{Ed} = \frac{1}{2} \cdot f_{rd} \cdot b_{r2} \cdot L_r = \frac{1}{2} \cdot 14 \cdot 3,0 \cdot 3,3 = 70 \text{ kN/m}$$

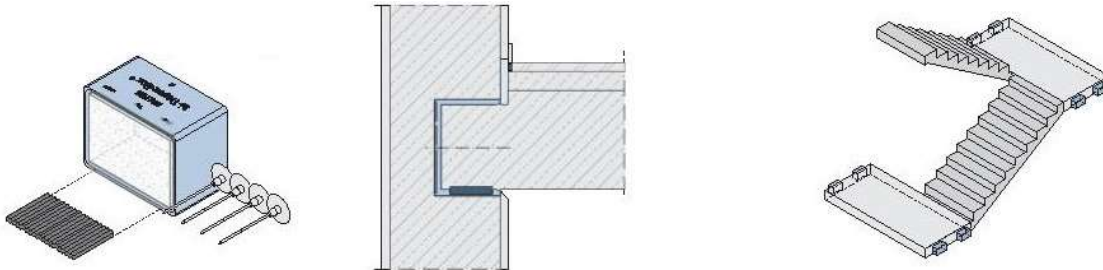
$$V_{Ed} \leq V_{Rd} \rightarrow 70 \text{ kN/m} \leq 71,8 \text{ kN/m} \rightarrow \text{VYHOVÍ}$$

Označení	Výška prvku h [cm]	Délka prvku l [cm]	Výztuž	Vzdálenosti (ca.)		Hodnoty pro dimenzování	
				Vzdálenost prutů $e_s$	Vzdálenost od okraje $e_R$	Posouvající síla $V_{Rd}$ [kN/prvek]	Horizontální síla $H_{Rd}$ ① [kN/prvek]
HTT-4			3 Ø 6	l/3	l/6	35,9	± 3,1
HTT-6	16–25	90–200	5 Ø 6	l/5	l/10	59,9	± 4,2
HTT-8			6 Ø 6	l/6	l/12	71,8	± 4,3

① Max. zachytitelná horizontální síla platí při plném využití posouvající síly (→ viz Typová zkouška)



HALFEN BI – TRAPEZ BOX:



ZATÍŽENÍ – SCHODIŠTĚ B:

Plošné zatížení mezipodesty:  $f_{pd} = 14 \text{ kN/m}^2$  (viz. str. P11)

Liniové zatížení od ramen:  $f_{rLd} = 23 \text{ kN/m}$  (viz. str. P12)

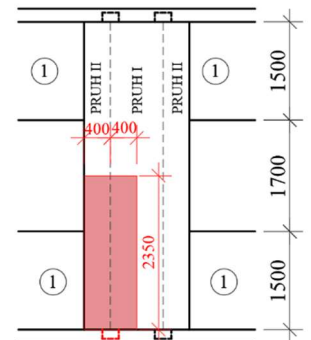
$$F_{rLd} = f_{rLd} \cdot 1,5 = 23 \cdot 1,5 = 34 \text{ kN}$$

$$f_{pLd} = f_{pd} \cdot 2,35 = 14 \cdot 2,35 = 33 \text{ kN/m}$$

Celkové zatížení:

Momentová podmínka v bodě a:

$$R = \frac{F_{rLd} \cdot 1,6 + f_{pLd} \cdot 1,6 \cdot \frac{1,6}{2}}{1,6} = \frac{34 \cdot 1,6 + 33 \cdot 1,6 \cdot \frac{1,6}{2}}{1,6} = 60,4 \text{ kN}$$



POSOUZENÍ ÚNOSNOSTI: HBB 16

$$V_{Ed} \leq V_{EdR} \rightarrow + 60,4 \text{ kN} \leq + 300 \text{ kN} \rightarrow \text{VYHOVÍ}$$

$$- 60,4 \text{ kN} \geq - 75 \text{ kN} \rightarrow \text{VYHOVÍ}$$

Označení	Objednací číslo 0970.020-	Vnější rozměry h × b × t [mm]	Max. zatížení [kN] ①		
			+ $V_{Rd}$	- $V_{Rd}$	+ $H_{Rd}$
HBB 16-OQ	00004	187 × 274 × 155	+	+	-

① Elastomerová ložiska se používají v souladu se zkušebním osvědčením až do  $10 \text{ N/mm}^2$  (užitné zatížení). Pro kladná zatížení v uložení se použije ložisko o rozměrech  $100 \times 200 \text{ mm}$ , pro záporné a boční zatížení s rozměry  $50 \times 100 \text{ mm}$ .  
Hodnoty vyplývající z předpokladu  $\gamma_F = 1,5$  jsou:  $+V_{Rd} = 300 \text{ kN}$ ,  $-V_{Rd} = 75 \text{ kN}$ ,  $\pm H_{Rd} = 75 \text{ kN}$ . Statické posouzení pro konzolu a nosnou stěnu se provede na stavbě.

→ Budou použity 2 akustické prvky na každé straně mezipodesty.

**VARIANTNÍ ŘEŠENÍ PRŮHYBŮ MEZIPODESTY SCHODIŠTĚ**

Hodnoty průhybů pro schodiště A i B při tloušťce mezipodesty 300 mm

$h_d = 300 \text{ mm}$		$b_I$ [mm]	$b_{II}$ [mm]	$f'_{pIIk}$ [kN/m]	$M_{gk}$ [kNm]	$A_s$ [mm <sup>2</sup> ]	$w_{g,LT}$ [mm]	$w_{cs}$ [mm]	$w$ [mm]	$w_{lim}$ [mm]	splňuje
SCHODIŠTĚ A	Varianta 1	800	400	22,49	62	785	22	5	27	19	NE
	Varianta 2	400	600	24,46	68	898	19	5	24	19	NE
	Varianta 3	-	1600	52,88	146	1892	18	5	23	19	NE
SCHODIŠTĚ B	Varianta 1	800	400	15,78	44	838	14	5	19	19	ANO
	Varianta 2	400	600	17,76	49	804	13	5	18	19	ANO
	Varianta 3	-	1600	27,63	76	1206	7	3	10	19	ANO

Hodnoty průhybů pro schodiště A i B při tloušťce mezipodesty 350 mm

$h_d = 350 \text{ mm}$		$b_I$ [mm]	$b_{II}$ [mm]	$f'_{pIIk}$ [kN/m]	$M_{gk}$ [kNm]	$A_s$ [mm <sup>2</sup> ]	$w_{g,LT}$ [mm]	$w_{cs}$ [mm]	$w$ [mm]	$w_{lim}$ [mm]	splňuje
SCHODIŠTĚ A	Varianta 1	800	400	25,05	69	661	15	4	19	19	ANO
	Varianta 2	400	600	27,28	75	804	14	4	18	19	ANO
	Varianta 3	-	1600	59,00	163	1642	14	4	18	19	ANO
SCHODIŠTĚ B	Varianta 1	800	400	17,60	49	473	14	4	18	19	ANO
	Varianta 2	400	600	19,82	55	543	12	3	15	19	ANO
	Varianta 3	-	1600	30,94	85	905	5	2	7	19	ANO

## NÁVRH VNITŘNÍCH SIL – PROGRAM SCIA ENGINEER

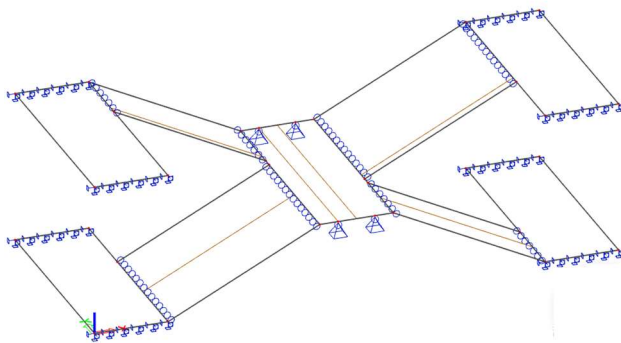
Modely konstrukce odpovídají navržené geometrii pro schodiště A i B . Schodiště bude v programu SCIA ENGINEER řešeno ve dvou variantách. V první variantě jsou schodiště A i B navržena s prvky pro zamezení přenosu kročejového hluku v místě uložení mezipodesty na okolní nosné stěny (prvky HALFEN HBB-O – do modelu vneseny pomocí lokálních podpor) a prvků v místě uložení ramene na mezipodestu (prvky HALFEN HTT – namodelovány pomocí kloubu na hraně plochy – povoleno pootočení). V druhé variantě se prvky v místě napojení ramene na mezipodestu neuvažují. Hodnoty zatížení schodiště (proměnné, ostatní stálé) zadané v programu SCIA ENGINEER odpovídají hodnotám použitým při ručním výpočtu.

### MODEL SCHODIŠTĚ

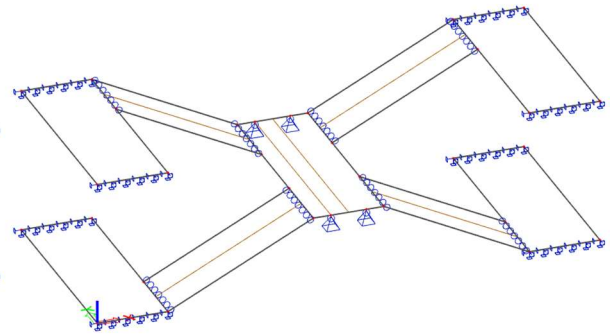
- Model schodiště A i B v programu SCIA ENGINEER

#### Varianta 1

SCHODIŠTĚ A

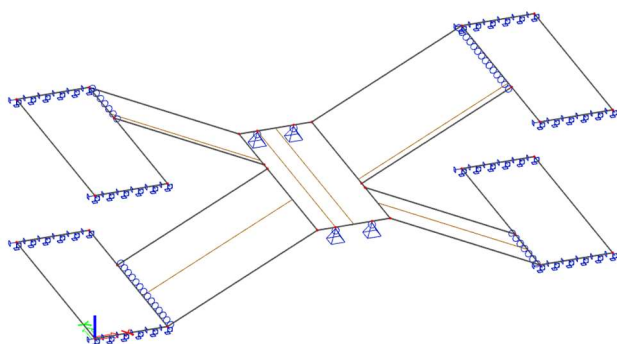


SCHODIŠTĚ B

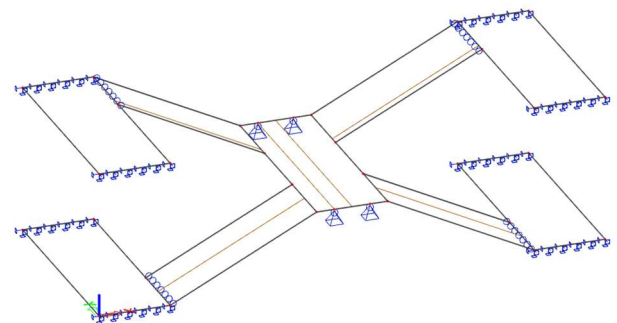


#### Varianta 2

SCHODIŠTĚ A



SCHODIŠTĚ B



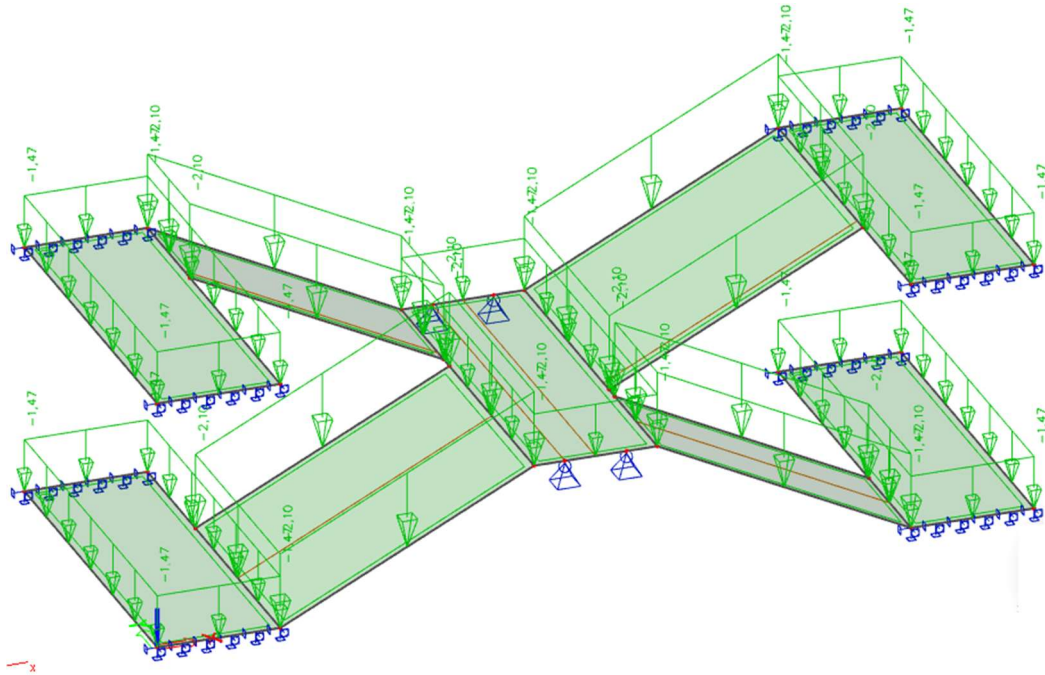
## ZATÍŽENÍ SCHODIŠTĚ

### OSTATNÍ STÁLÉ ZATÍŽENÍ

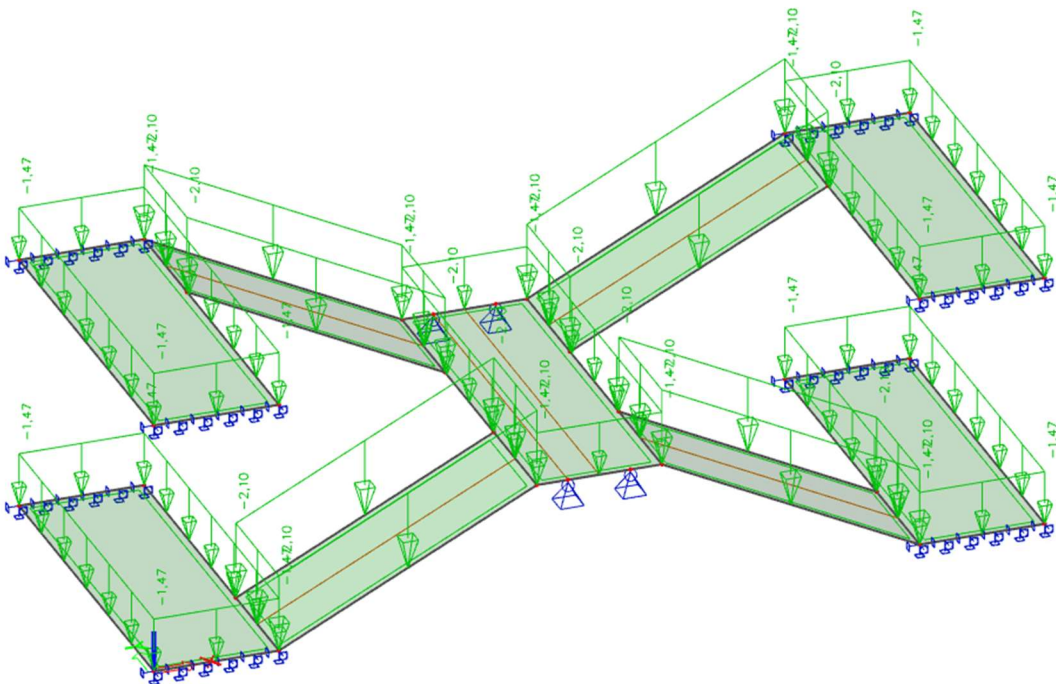
Mezipodesta (podesta):  $g_{ost,k} = 1,47 \text{ kN/m}^2$  (viz str. P7)

Rameno:  $g_{r,k} = g_{k1} \cdot \cos(28,81) = 2,4 \cdot \cos(28,81) = 2,10 \text{ kN/m}^2$  (viz str. P8)

- Zadané hodnoty ostatního stálého zatížení pro schodiště A v programu SCIA ENGINEER



- Zadané hodnoty ostatního stálého zatížení pro schodiště B v programu SCIA ENGINEER



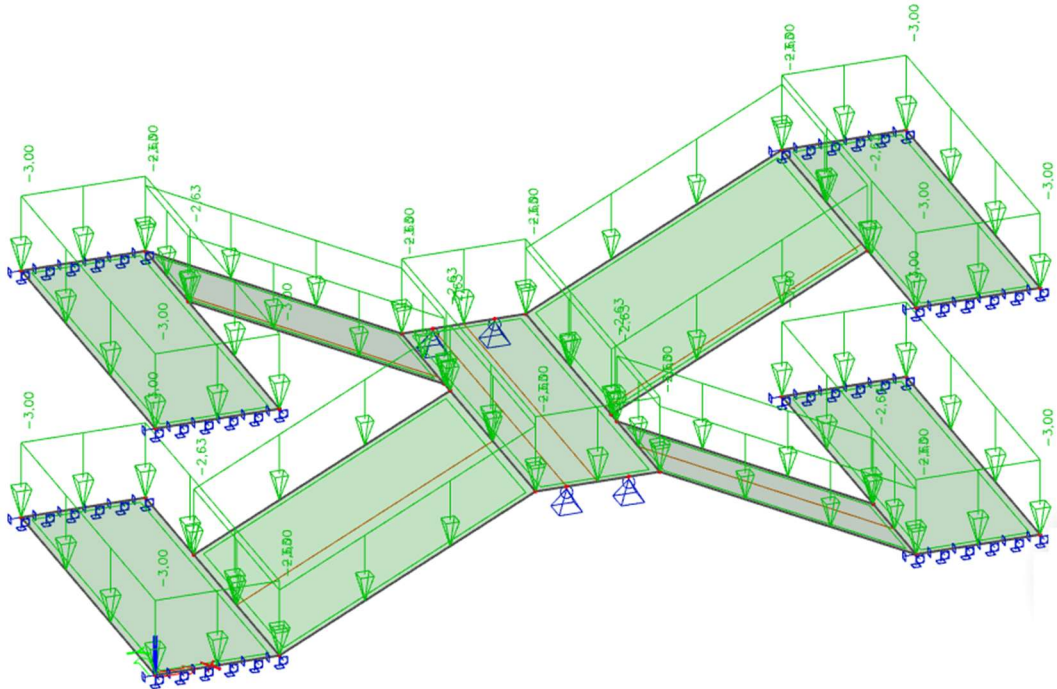


PROMĚNNÉ ZATÍŽENÍ

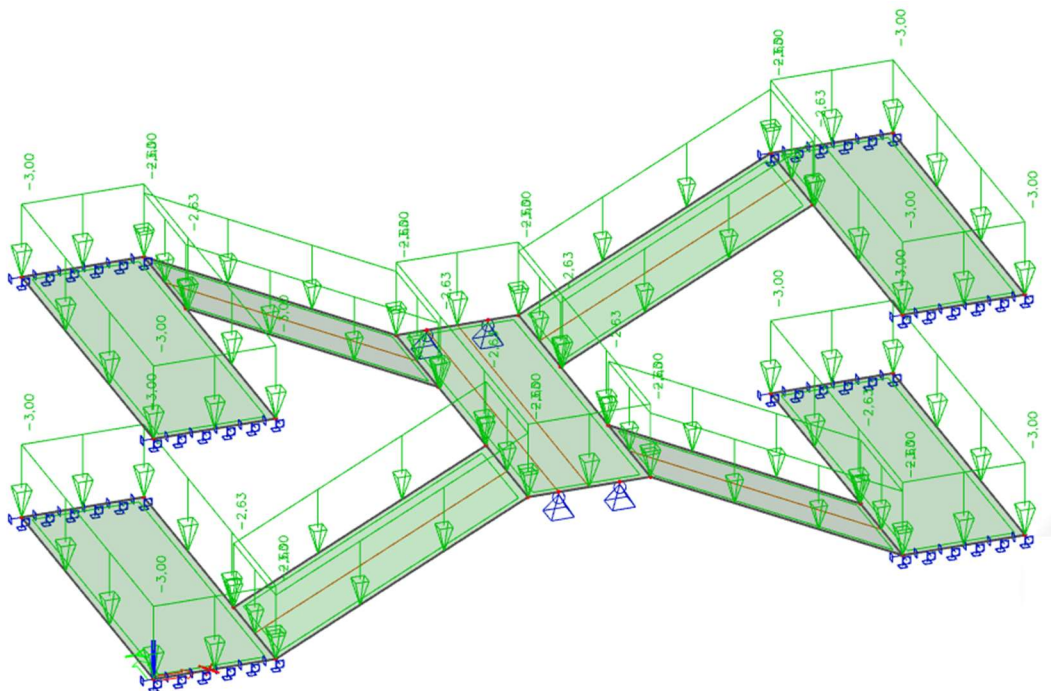
Mezipodesta (podesta):  $q_k = 3,0 \text{ kN/m}^2$  (viz str. P8)

Rameno:  $q_{r,k} = q_k \cdot \cos(28,81) = 3,0 \cdot \cos(28,81) = 2,63 \text{ kN/m}^2$

- Zadané hodnoty proměnného zatížení pro schodiště A v programu SCIA ENGINEER



- Zadané hodnoty proměnného zatížení pro schodiště B v programu SCIA ENGINEER



**VNITŘNÍ SÍLY**

**OHYBOVÉ MOMENTY**

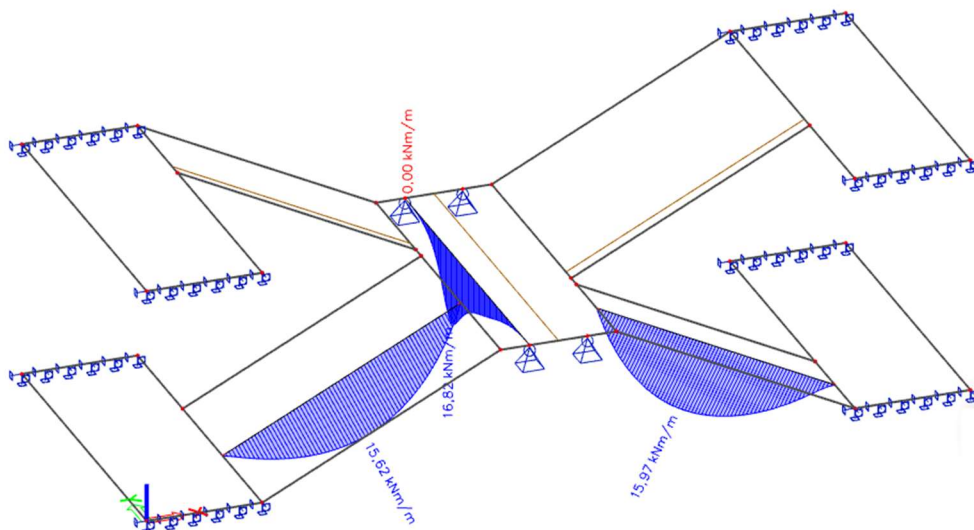
Ohybové momenty (tzv. základní návrhové veličiny) ve směrech  $x$  a  $y$  zahrnují vliv krouticích momentů podle již neplatně evropské před normy ENV. Hodnoty ohybových momentů budou využity pouze pro porovnání s hodnotami získanými ručním výpočtem.  $M_{yD}$  [kNm/m] je návrhový moment ve směru osy  $y$  na záporném povrchu. Součinitelé zatížení:

Vlastní tíha + ostatní stálé zatížení:  $\gamma_G = 1,35$  [-]

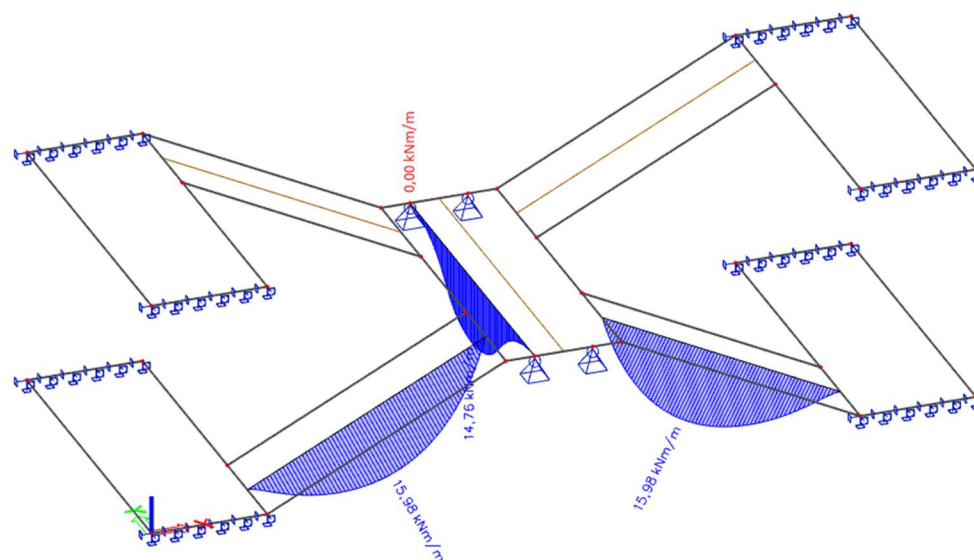
Proměnné zatížení:  $\gamma_Q = 1,5$  [-]

**Varianta 1**

- Získané hodnoty ohybového momentu  $m_{yD}$  v řezech pro schodiště A v programu SCIA ENGINEER

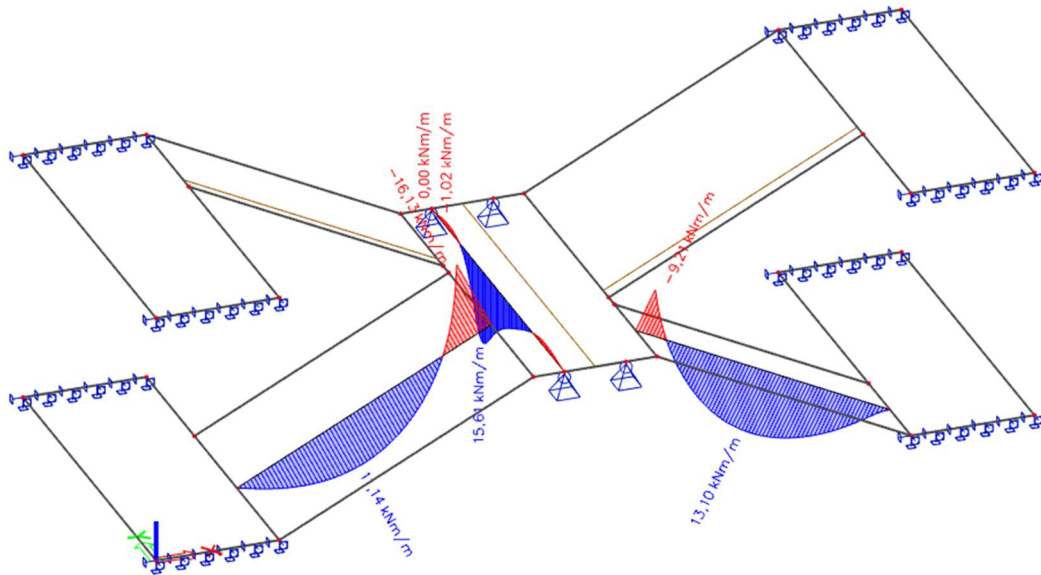


- Získané hodnoty ohybového momentu  $m_{yD}$  v řezech pro schodiště B v programu SCIA ENGINEER

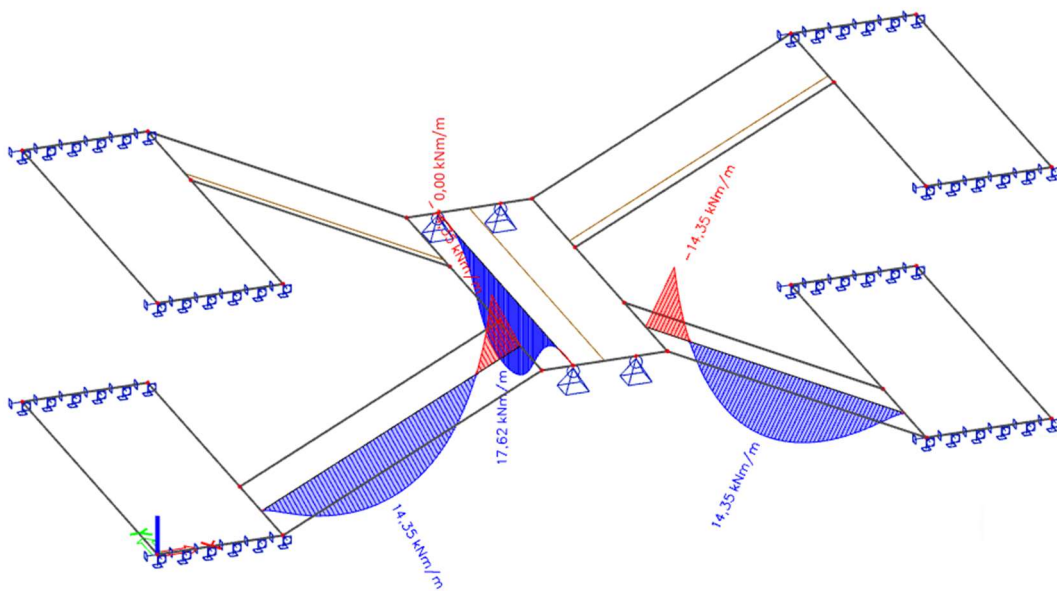


Varianta 2

- Získané hodnoty ohybového momentu myD- v řezech pro schodiště A v programu SCIA ENGINEER



- Získané hodnoty ohybového momentu myD- v řezech pro schodiště B v programu SCIA ENGINEER



Hodnoty ohybového momentu  $m_yD$ - pro varianty 1 a 2:

$h_d = 200 \text{ mm}$ $m_yD$ - [kNm]		MEZIP.	RAMENO - 1500mm		RAMENO - 3000mm	
		uprostřed rozpětí	uprostřed rozpětí	na kraji	uprostřed rozpětí	na kraji
SCHODIŠTĚ A	Varianta 1	16,82	15,97	-	15,62	-
	Varianta 2	14,76	15,98	-	-	-
SCHODIŠTĚ B	Varianta 1	15,61	13,10	9,21	11,14	16,13
	Varianta 2	17,62	14,35	14,35	-	-

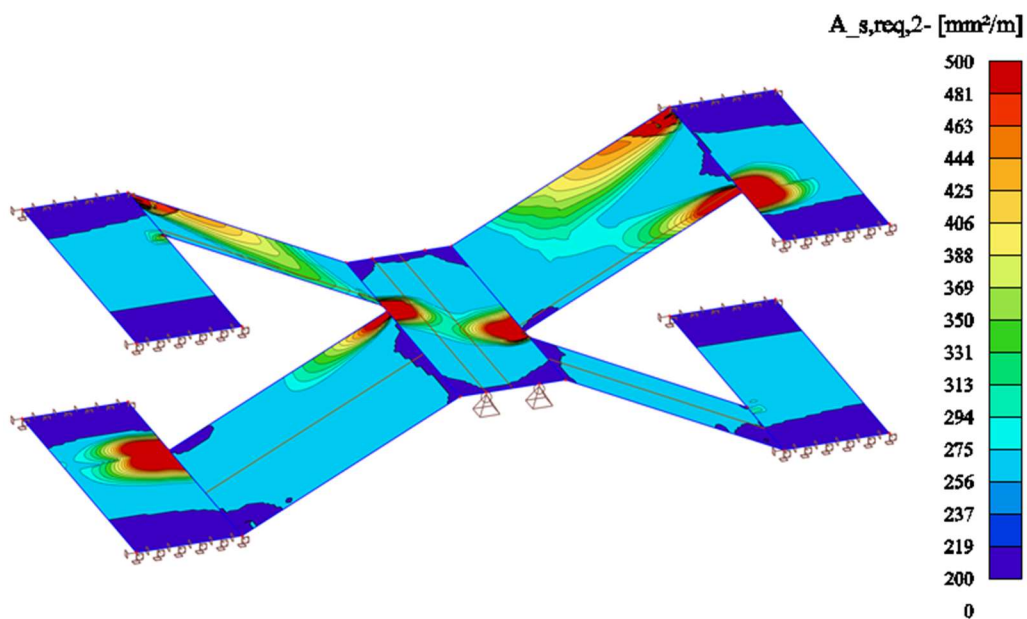
## PLOCHA VÝZTUŽE

### NUTNÁ PLOCHA VÝZTUŽE

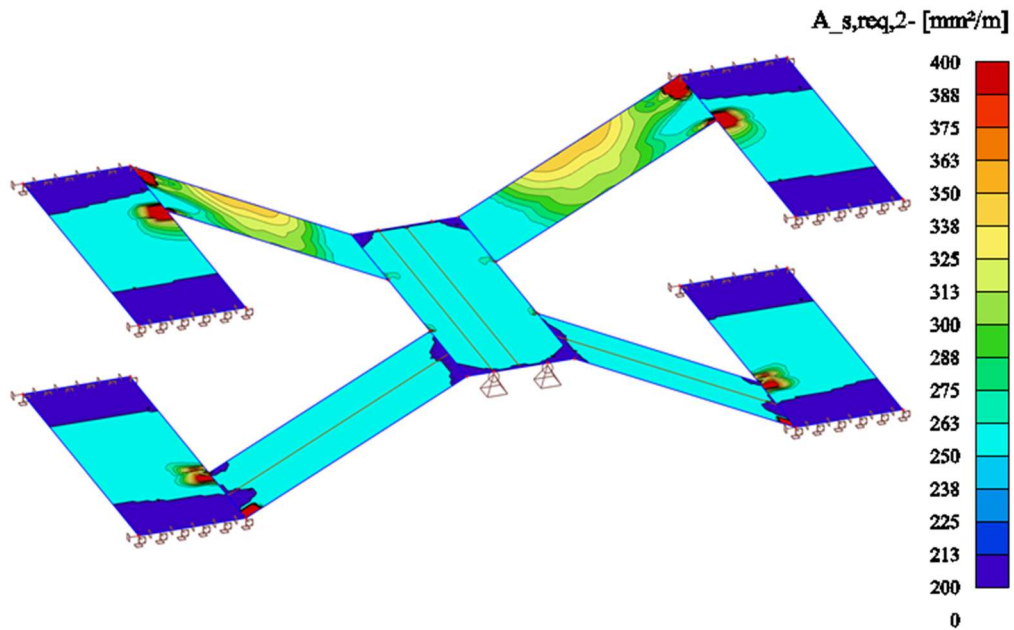
Jedná se o tzv. nutnou plochu výztuže, která je rovna součtu staticky nutné výztuže (podélná výztuž spočtená pro kombinaci vnitřních sil  $N+My+Mz+Vy+Vz$  a podélná výztuž navržená na tahovou sílu vyvolanou smykem a kroucením) a výztuže vyžadované konstrukčními zásadami.  $A_{s,req,2}$ - [kNm/m] → nutná plocha výztuže v 2. směru na záporném povrchu ve směru osy z.

#### Varianta 1:

- Nutná plocha výztuže  $A_{s,req,2}$ - pro schodiště A v programu SCIA ENGINEER

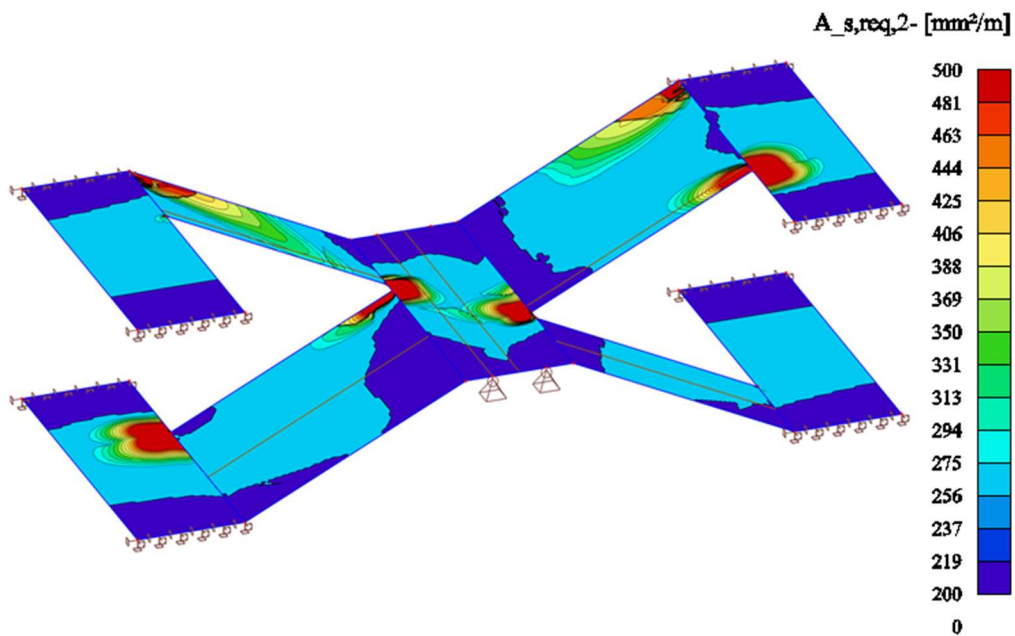


- Nutná plocha výztuže  $A_{s,req,2}$ - pro schodiště B v programu SCIA ENGINEER

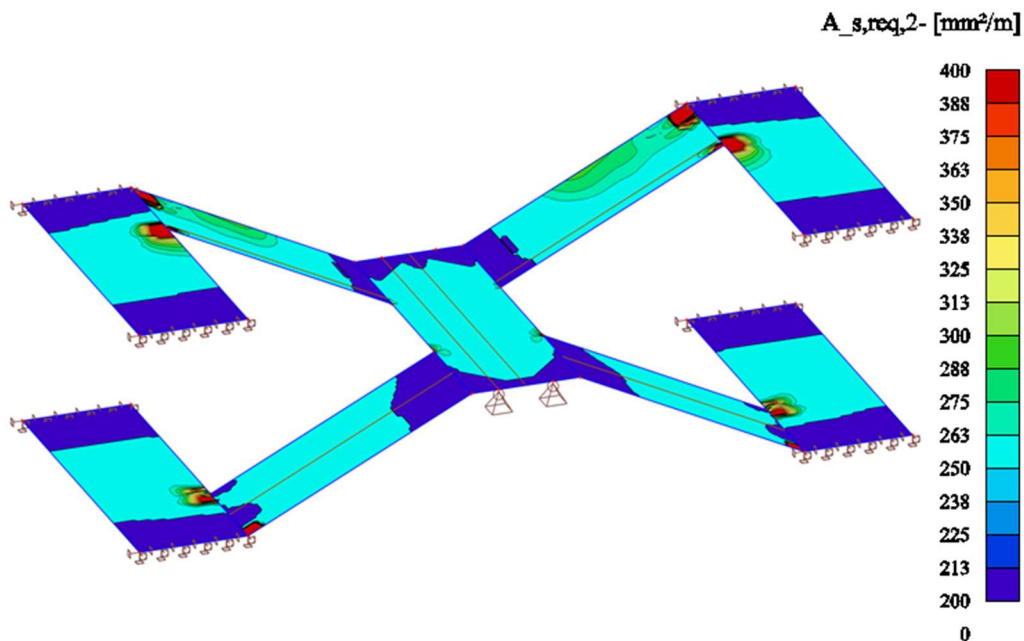


**Varianta 2:**

- Nutná plocha výztuže  $A_{s,req,2}$ - pro schodiště A v programu SCIA ENGINEER



- Nutná plocha výztuže  $A_{s,req,2}$ - pro schodiště B v programu SCIA ENGINEER



Nutná plocha výztuže  $A_{s,req}$  pro obě varianty schodišť:

$h_d = 200$ mm		VARIANTA 1		VARIANTA 2	
		$A_{s,req}$ [mm <sup>2</sup> /m']	výztuž	$A_{s,req}$ [mm <sup>2</sup> /m']	výztuž
SCHODIŠTĚ A	R1	374	Ø10 á 210 mm	341	Ø10 á 230 mm
	R2	314	Ø10 á 250 mm	314	Ø10 á 250 mm
	MII	341	Ø10 á 230 mm	314	Ø10 á 250 mm
SCHODIŠTĚ B	R1	327	Ø10 á 240 mm	314	Ø10 á 250 mm
	MII	314	Ø10 á 250 mm	314	Ø10 á 250 mm

V případě, kdy byla programem SCIA ENGINEER navržena výztuž o rozteči větší než 250 mm, byla tato vzdálenost výztuže nahrazena vzdáleností 250mm (konstrukční podmínka pro maximální osovou vzdálenost výztuže – viz str. P16)

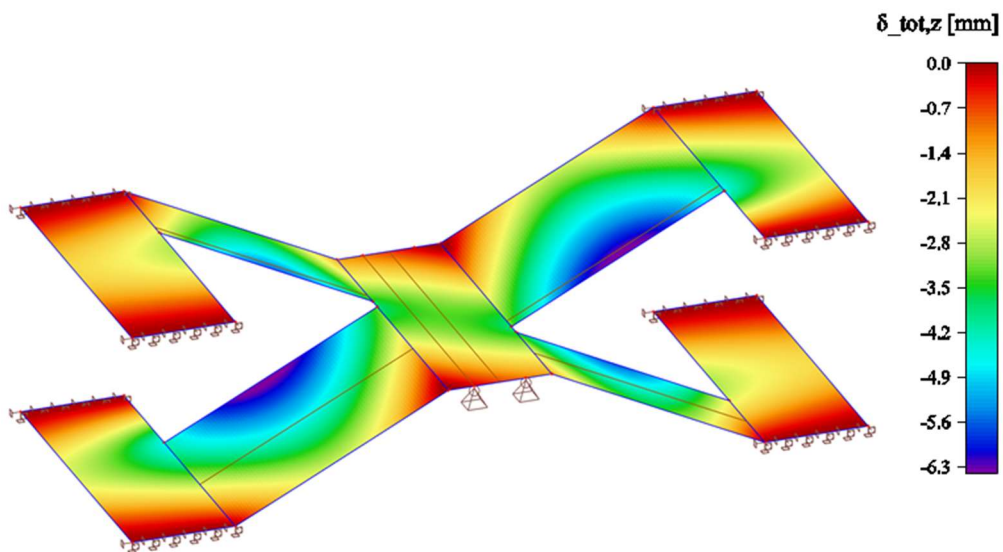
**PRŮHYB**

**NORMOVĚ ZÁVISLÝ PRŮHYB**

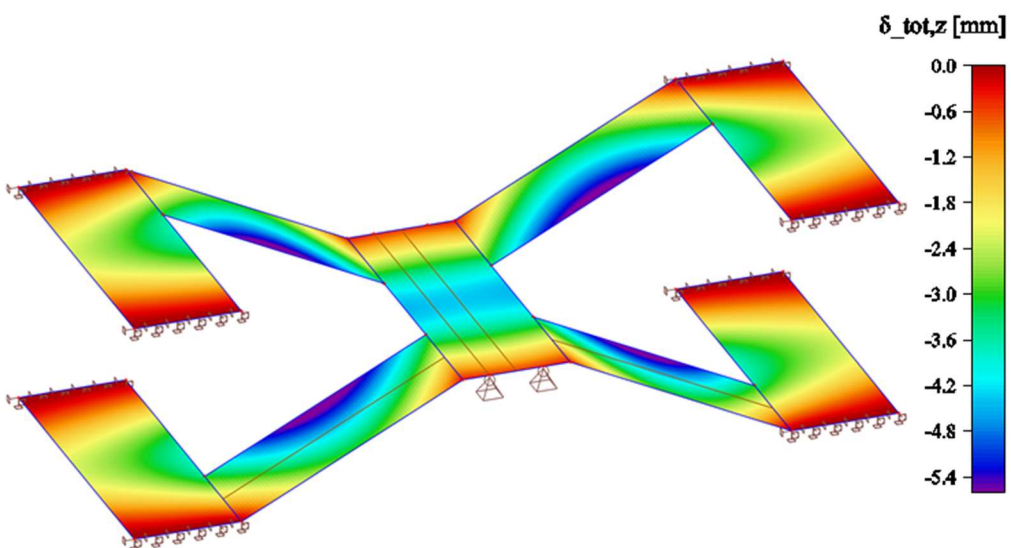
Normově závislý průhyb  $\delta_{tot,z}$  [mm] je celkový (dlouhodobý) průhyb ve směru lokální osy  $z$  dílce (kolmé k rovině 2D dílce) zohledňující dotvarování a trhliny spočítaný jako součet krátkodobého průhybu a průhybu od dotvarování.

**Varianta 1**

- Normově závislý průhyb  $\delta_{tot,z}$  [mm] pro schodiště A v programu SCIA ENGINEER

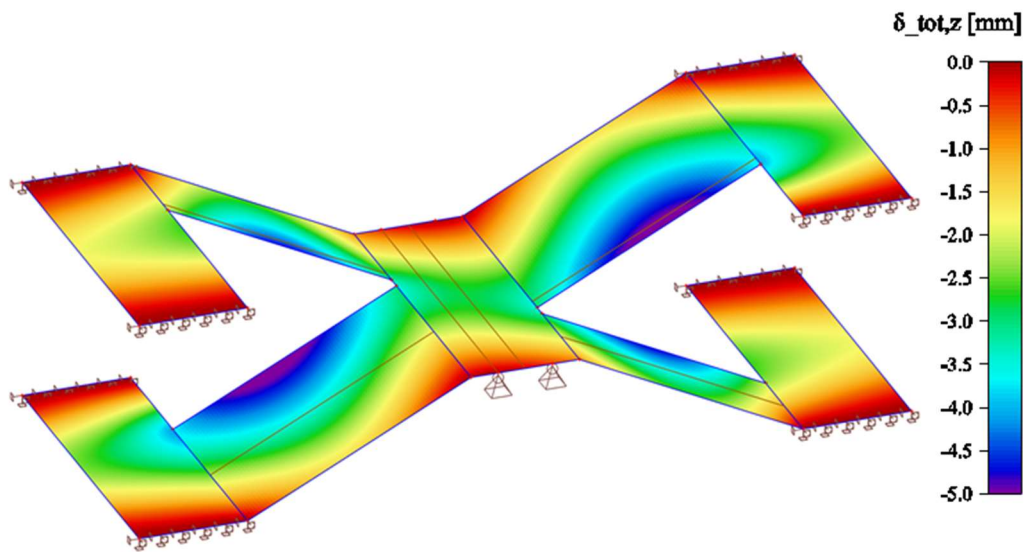


- Normově závislý průhyb  $\delta_{tot,z}$  [mm] pro schodiště B v programu SCIA ENGINEER

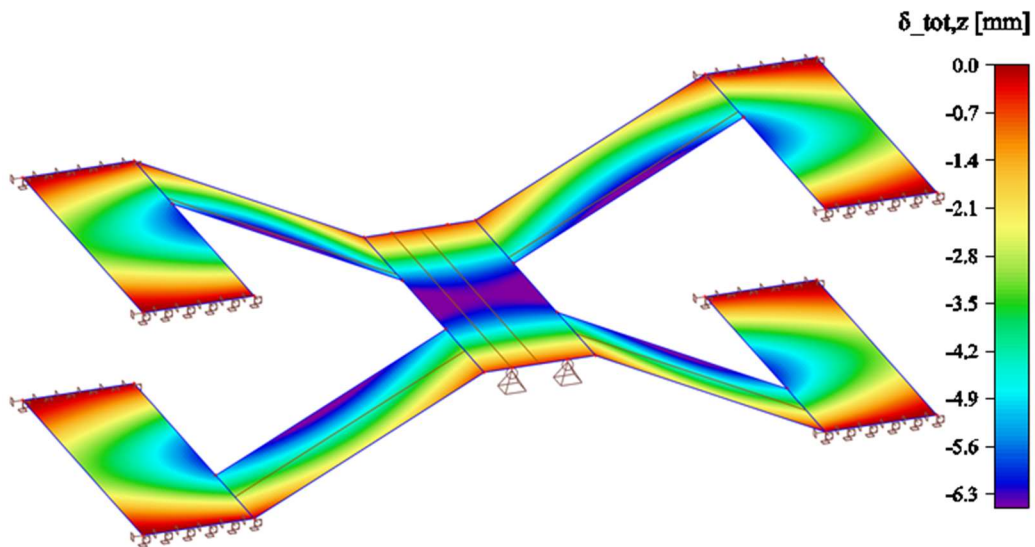


**Varianta 2**

- Normově závislý průhyb  $\delta_{tot,z}$  [mm] pro schodiště A v programu SCIA ENGINEER



- Normově závislý průhyb  $\delta_{tot,z}$  [mm] pro schodiště B v programu SCIA ENGINEER



Normově závislý průhyb  $\delta_{tot,z}$  pro obě varianty schodiště:

$h_d = 200 \text{ mm}$ $\delta_{tot,z} \text{ [mm]}$	VARIANTA 1			VARIANTA 2		
	MEZIP.	RAMENO 1500 mm	RAMENO 3000 mm	MEZIP.	RAMENO 1500 mm	RAMENO 3000 mm
SCHODIŠTĚ A	3,5	4,5	4,6	3,0	3,6	3,6
SCHODIŠTĚ B	4,4	4,4	-	6,6	6,4	-