

# Předběžný statický výpočet prvků

## Zatížení

Druhy podlah

F1	Obj. hm	Obj. tíha	tloušťka	ploš. hm	součinitel	návrhová hodnota
	kg/m <sup>3</sup>	kN/m <sup>3</sup>	m	kN/m <sup>2</sup>	-	kN/m <sup>2</sup>
Keramická dlažba	2200	22	0,01	0,22	1,35	0,297
Lepicí tmel	310	3,1	0,01	0,031	1,35	0,04185
Penetrační nátěr	0	0	0	0	1,35	0
Betonová mazanina	2300	23	0,06	1,38	1,35	1,863
Separáční fólie	0	0	0	0	1,35	0
Kro�ejov� izolace	110	1,1	0,05	0,055	1,35	0,07425
			0,13	1,686		2,2761
F2	kg/m <sup>3</sup>	kN/m <sup>3</sup>	m	kN/m <sup>2</sup>	-	kN/m <sup>2</sup>
Dřevěná 3-vrstvá	626	6,26	0,0115	0,07199	1,35	0,0971865
Lepicí tmel	310	3,1	0,0085	0,02635	1,35	0,0355725
Penetrační nátěr	0	0	0	0	1,35	0
Betonová mazanina	2300	23	0,06	1,38	1,35	1,863
Separáční fólie	0	0	0	0	1,35	0
Kro�ejov� izolace	110	1,1	0,05	0,055	1,35	0,07425
			0,13	1,53334		2,070009
F3	kg/m <sup>3</sup>	kN/m <sup>3</sup>	m	kN/m <sup>2</sup>	-	kN/m <sup>2</sup>
Keramická dlažba	2200	22	0,01	0,22	1,35	0,297
Lepicí tmel + HI	375	3,75	0,01	0,0375	1,35	0,050625
Penetrační nátěr	0	0	0	0	1,35	0
Betonová mazanina	2300	23	0,06	1,38	1,35	1,863
Separáční fólie	0	0	0	0	1,35	0
Kro�ejov� izolace	110	1,1	0,05	0,055	1,35	0,07425
			0,13	1,6925		2,284875
F4	kg/m <sup>3</sup>	kN/m <sup>3</sup>	m	kN/m <sup>2</sup>	-	kN/m <sup>2</sup>
Lit� terazzo	2300	23	0,03	0,69	1,35	0,9315
Betonová mazanina	2300	23	0,05	1,15	1,35	1,5525
Separáční fólie	0	0	0	0	1,35	0
Kro�ejov� izolace	110	1,1	0,05	0,055	1,35	0,07425
			0,13	1,895		2,55825
R1	kg/m <sup>3</sup>	kN/m <sup>3</sup>	m	kN/m <sup>2</sup>	-	kN/m <sup>2</sup>
Zemina	1000	10	0,18	1,8	1,35	2,43
Geotextílie	0	0	0	0	1,35	0
Tepeln� izolace XPS	33	0,33	0,2	0,066	1,35	0,0891
Geotextílie	0	0	0	0	1,35	0
Hydroizolace	1230	12,3	0,0015	0,01845	1,35	0,0249075
Geotextílie	0	0	0	0	1,35	0
Betonov� mazanina	2300	23	0,15	3,45	1,35	4,6575
			0,5315	5,33445		7,2015075

Zatížení sněhem:

Objekt je umístěn v Praze, Praha 8. Tedy sněhová oblast 1.

Zatížení sněhem je proto  $0,7 \text{ kN/m}^2$

Střecha je navržena jako plochá, zelená pochozí. Součinitele jsou 1 a 1.

Celkové zatížení sněhem:

$$0,8 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,7 = 0,56 \text{ kN/m}^2$$

Předpokládané užité zatížení od příček, nábytku a ubytovaných lidí:

$$2,5 \text{ kN/m}^2$$

## Předběžné návrhy prvků konstrukce

Stropní deska v 1. NP – 6.NP

Největší rozměr: 8140mm

Návrh dle ohybové štíhlosti

Beton C30/37.

$\lambda_{d,tab} = 30,8$ .

$$d \geq \frac{8140}{30,8 \cdot 1 \cdot \frac{7000}{8140} \cdot 1,3}$$
$$d \geq 236 \text{ mm}$$

Návrh krycí vrstvy 20mm.

Tedy celková tloušťka desky  $236 + 20 = 256 \text{ mm}$ .

Celkový návrh tedy 260 mm.

Stropní deska v 7. NP – 10.NP

Největší rozměr: 9100mm

Návrh dle ohybové štíhlosti

Beton C30/37.

$\lambda_{d,tab} = 30,8$ .

$$d \geq \frac{9100}{30,8 \cdot 1 \cdot \frac{7000}{9100} \cdot 1,3}$$
$$d \geq 264 \text{ mm}$$

Návrh krycí vrstvy 20 mm.

Tedy celková tloušťka desky  $264 + 20 = 284$  mm.

Celkový návrh tedy 290 mm.

Deska už má moc velkou celkovou tloušťku, zbytečně by zatěžovala konzolu: Návrh 260 mm a ověření na MSP

### Návrh stropní desky – posouzení dle MSP

Počítáme všechno na metr běžný.

Strop uvažujeme jako částečně vetknutý – výpočet momentů dle teorie pružnosti:

$L_a = 6,9$  m  $L_b = 9,1$  m  $\alpha = 1,3$

$A_1 = 24,2$

$B_1 = 69$

Zatížení – všechny kombinace

Char.	kN/m <sup>2</sup>	Z. plocha m <sup>2</sup>	kN/m	$\gamma$	kN/m
Skladba střechy	5,33445	1	5,33445	1,35	7,201508
Skladba podlahy	1,895	1	1,895	1,35	2,55825
Pochozí užité	2,5	1	2,5	1,5	3,75
Sníh	0,56	1	0,56	1,5	0,84
Vlastní tíha	25*0,26		6,5	1,35	8,775
celkem			16,78945		23,12476

část	kN/m <sup>2</sup>	Z. plocha m <sup>2</sup>	kN/m	$\gamma$	kN/m
Skladba střechy	5,33445	1	5,33445	1	5,33445
Skladba podlahy	1,895	1	1,895	1	1,895
Pochozí užité	2,5	1	2,5	0,5	1,25
Sníh	0,56	1	0,56	0,5	0,28
Vlastní tíha	25*0,26		6,5	1	6,5
celkem			16,78945		15,25945

Kvazistálé	kN/m <sup>2</sup>	Z. plocha m <sup>2</sup>	kN/m	$\gamma$	kN/m
Skladba střechy	5,33445	1	5,33445	1	5,33445
Skladba podlahy	1,895	1	1,895	1	1,895
Pochozí užité	2,5	1	2,5	0,2	0,5
Sníh	0,56	1	0,56	0,2	0,112
Vlastní tíha	25*0,26		6,5	1	6,5
celkem			16,78945		14,34145

$$M_{a,char} = \frac{1}{a_1} \cdot f \cdot l_a^2 = \frac{1}{24,2} * 16,78 * 6,9^2 = 33 \text{ kNm}$$

$$M_{b,char} = \frac{1}{b_1} \cdot f \cdot l_b^2 = \frac{1}{69} * 16,78 * 9,1^2 = 20,14 \text{ kNm}$$

$$M_{a,\check{c}as} = \frac{1}{a_1} \cdot f \cdot l_a^2 = \frac{1}{24,2} * 15,25 * 6,9^2 = 30 \text{ kNm}$$

$$M_{b,\check{c}as} = \frac{1}{b_1} \cdot f \cdot l_b^2 = \frac{1}{69} * 15,25 * 9,1^2 = 18,3 \text{ kNm}$$

$$M_{a,\check{c}as} = \frac{1}{a_1} \cdot f \cdot l_a^2 = \frac{1}{24,2} * 14,34 * 6,9^2 = 28,21 \text{ kNm}$$

$$M_{b,kvazi} = \frac{1}{b_1} \cdot f \cdot l_b^2 = \frac{1}{69} * 14,34 * 9,1^2 = 17,31 \text{ kNm}$$

Krátkodobé zatížení

*Průřez bez trhlín*

H = 260 mm b = 1000 mm d = 222 mm  $\alpha_E = 6,666$

$$0,5 \cdot b \cdot x_{i,st}^2 = 0,5 \cdot b \cdot (h - x_{i,st})^2 + \alpha_E \cdot A \cdot (d - x_{i,st})$$

$$0,5 \cdot 1000 \cdot x_{i,st}^2 = 0,5 \cdot 1000 \cdot (260 - x_{i,st})^2 + 6,666 \cdot 549 \cdot (222 - x_{i,st})$$

$$x_{i,st} = 131 \text{ mm}$$

$$I_{y,1,st} = \frac{1}{12} \cdot b \cdot h^3 + b \cdot h \cdot \left(x_{i,st} - \frac{h}{2}\right)^2 + \alpha_E \cdot A \cdot (d - x_{i,st})^2$$

$$I_{y,1,st} = \frac{1}{12} \cdot 1000 \cdot 260^3 + 1000 \cdot 260 \cdot \left(131 - \frac{260}{2}\right)^2 + 6,666 \cdot 549 \cdot (222 - 131)^2$$

$$I_{y,1,st} = 0,0015 \text{ m}^2$$

$$C_{1,st} = \frac{1}{E_{ceff} \cdot I_{y,1,st}} = \frac{1}{30000000 \cdot 0,0015} = 2,2 \cdot 10^{-5} \frac{1}{\text{kNm}^2}$$

*S trhlinami*

$$x_{i,st,2} = \frac{\alpha_E \cdot A}{b} \cdot \left(-1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot b \cdot d}{\alpha_E \cdot A}}\right)$$

$$x_{i,st,2} = \frac{6,666 \cdot 549}{1000} \cdot \left( -1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot 1000 \cdot 222}{6,666 \cdot 549}} \right)$$

$$x_{i,st,2} = 36,81 \text{ mm}$$

$$I_{y,2,st} = \frac{1}{3} \cdot x_{i,st,2}^3 \cdot b + \alpha_E \cdot A \cdot (d - x_{i,st,2})^2$$

$$I_{y,2,st} = \frac{1}{3} \cdot 36,81^3 \cdot 1000 + 6,666 \cdot 549 \cdot (222 - 36,81)^2$$

$$I_{y,2,st} = 0,00014 \text{ m}^4$$

$$C_{2,st} = \frac{1}{E_{ceff} \cdot I_{y,1,st}} = \frac{1}{30000000 \cdot 0,00014} = 2,04 \cdot 10^{-4} \frac{1}{\text{kNm}^2}$$

$$M_{cr} = f_{ctm} \cdot \frac{I_{y,1,st}}{h - x_{i,st}} = 2000 \cdot \frac{0,0015}{0,260 - 0,131} = 23,25 \text{ kNm}$$

$$\zeta_{1,st} = 1 - \beta \cdot \left( \frac{M_{cr}}{M_i} \right)$$

*Kvazistálá kombinace*

$$\zeta_{1,st} = 1 - 1 \cdot \left( \frac{23,25}{28,21} \right)^2 = 0,32$$

$$\frac{1}{r} = M \cdot [(1 - \zeta_{1,st}) \cdot C_{1,st} + \zeta_{1,st} \cdot C_{2,st}]$$

$$\frac{1}{r} = 28,21 \cdot [(1 - 0,32) \cdot 2,2 \cdot 10^{-5} + 0,32 \cdot 2,04 \cdot 10^{-4}]$$

$$\frac{1}{r} = 2,26 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

**Průhyb**

$$W_{gst} = \frac{2}{48} \cdot l^2 \cdot \frac{1}{r} = \frac{2}{48} \cdot 6,9^2 \cdot 2,26 \cdot 10^{-3} = 0,004 \text{ m} = 4 \text{ mm}$$

**Limitní průhyb**

$$\frac{L}{250} = \frac{6900}{250} = 27,6$$

**Stropní deska tedy vyhovuje.**

*Častá kombinace*

$$\zeta_{1,st} = 1 - 1 \cdot \left( \frac{23,25}{30} \right)^2 = 0,39$$

$$\frac{1}{r} = M \cdot [(1 - \zeta_{1,st}) \cdot C_{1,st} + \zeta_{1,st} \cdot C_{2,st}]$$

$$\frac{1}{r} = 30 \cdot [(1 - 0,39) \cdot 2,2 \cdot 10^{-5} + 0,39 \cdot 2,04 \cdot 10^{-4}]$$

$$\frac{1}{r} = 2,7 \cdot 10^{-3} m$$

Průhyb

$$W_{gst} = \frac{2}{48} \cdot l^2 \cdot \frac{1}{r} = \frac{2}{48} \cdot 6,9^2 \cdot 2,7 \cdot 10^{-3} = 0,005 m = 5 mm$$

Limitní průhyb

$$\frac{L}{200} = \frac{6900}{200} = 34,5$$

Průřez tedy vyhovuje.

Dlouhodobé zatížení

Z grafu  $\phi = 1,8$ , vysychající obvod – 1000 mm, pouze horní vrstva betonu.

$$A_c = 260 \cdot 1000 = 260\,000 \rightarrow h_0 = \frac{2 \cdot A_c}{r} = \frac{2 \cdot 260\,000}{1000} = 520 mm$$

$$E_{ceff} = \frac{E_{cm}}{1 + \phi} = \frac{30000}{1 + 1,8} = 10\,714 MPa$$

$$\alpha_{est} = \frac{E_s}{E_{ceff}} = \frac{200000}{10714} = 18,667$$

*Průřez bez trhlin*

H = 260 mm b = 1000 mm d = 222 mm  $\alpha_E = 18,667$

$$0,5 \cdot b \cdot x_{i,st}^2 = 0,5 \cdot b \cdot (h - x_{i,st})^2 + \alpha_E \cdot A \cdot (d - x_{i,st})$$

$$0,5 \cdot 1000 \cdot x_{i,st}^2 = 0,5 \cdot 1000 \cdot (260 - x_{i,st})^2 + 18,667 \cdot 549 \cdot (222 - x_{i,st})$$

$$x_{i,st} = 133 mm$$

$$I_{y,1,lt} = \frac{1}{12} \cdot b \cdot h^3 + b \cdot h \cdot \left(x_{i,st} - \frac{h}{2}\right)^2 + \alpha_E \cdot A \cdot (d - x_{i,st})^2$$

$$I_{y,1,lt} = \frac{1}{12} \cdot 1000 \cdot 260^3 + 1000 \cdot 260 \cdot \left(133 - \frac{260}{2}\right)^2 + 18,667 \cdot 549 \cdot (222 - 133)^2$$

$$I_{y,1,st} = 0,0015 m^2$$

$$C_{1,st} = \frac{1}{E_{ceff} \cdot I_{y,1,lt}} = \frac{1}{10714000 \cdot 0,0015} = 6,2 \cdot 10^{-5} \frac{1}{kNm^2}$$

*S trhlinami*

$$x_{i,st,2} = \frac{\alpha_E \cdot A}{b} \cdot \left( -1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot b \cdot d}{\alpha_E \cdot A}} \right)$$

$$x_{i,st,2} = \frac{18,667 \cdot 549}{1000} \cdot \left( -1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot 1000 \cdot 222}{18,667 \cdot 549}} \right)$$

$$x_{i,st,2} = 57,98 \text{ mm}$$

$$I_{y,2,st} = \frac{1}{3} \cdot x_{i,st,2}^3 \cdot b + \alpha_E \cdot A \cdot (d - x_{i,st,2})^2$$

$$I_{y,2,lt} = \frac{1}{3} \cdot 57,98^3 \cdot 1000 + 18,667 \cdot 549 \cdot (222 - 57,98)^2$$

$$I_{y,2,lt} = 0,00034 \text{ m}^4$$

$$C_{2,lt} = \frac{1}{E_{ceff} \cdot I_{y,2,lt}} = \frac{1}{10714000 \cdot 0,00034} = 2,75 \cdot 10^{-4} \frac{1}{kNm^2}$$

$$M_{cr} = f_{ctm} \cdot \frac{I_{y,1,lt}}{h - x_{i,st}} = 2000 \cdot \frac{0,0015}{0,260 - 0,133} = 23,62 \text{ kNm}$$

$$\zeta_{1,lt} = 1 - \beta \cdot \left( \frac{M_{cr}}{M_i} \right)$$

*Kvazistálá kombinace*

$$\zeta_{1,lt} = 1 - 0,5 \cdot \left( \frac{23,62}{28,21} \right)^2 = 0,65$$

$$\frac{1}{r} = M \cdot \left[ (1 - \zeta_{1,lt}) \cdot C_{1,lt} + \zeta_{1,lt} \cdot C_{2,lt} \right]$$

$$\frac{1}{r} = 28,21 \cdot \left[ (1 - 0,65) \cdot 6,2 \cdot 10^{-5} + 0,65 \cdot 2,75 \cdot 10^{-4} \right]$$

$$\frac{1}{r} = 5,65 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

**Průhyb**

$$W_{gst} = \frac{2}{48} \cdot l^2 \cdot \frac{1}{r} = \frac{5}{48} \cdot 6,9^2 \cdot 5,65 \cdot 10^{-3} = 0,011 \text{ m} = 11 \text{ mm}$$

Limitní průhyb

$$\frac{L}{250} = \frac{6900}{250} = 27,6$$

Stropní deska tedy vyhovuje.

Častá kombinace

$$\zeta_{1,st} = 1 - 0,5 \cdot \left(\frac{23,25}{30}\right)^2 = 0,69$$

$$\frac{1}{r} = M \cdot [(1 - \zeta_{1,lt}) \cdot C_{1,lt} + \zeta_{1,lt} \cdot C_{2,lt}]$$

$$\frac{1}{r} = 30 \cdot [(1 - 0,69) \cdot 6,2 \cdot 10^{-5} + 0,39 \cdot 2,75 \cdot 10^{-4}]$$

$$\frac{1}{r} = 6,2 \cdot 10^{-3} m$$

Průhyb

$$W_{gst} = \frac{2}{48} \cdot l^2 \cdot \frac{1}{r} = \frac{2}{48} \cdot 6,9^2 \cdot 6,2 \cdot 10^{-3} = 0,013 m = 13 mm$$

Limitní průhyb

$$\frac{L}{200} = \frac{6900}{200} = 34,5$$

Průřez tedy vyhovuje.

Návrh průvlaku P1 – L = 7760 mm

Nevíme budoucí skladbu podlahy, uvažujeme všude tu nejtěžší možnou: lité terazzo = 2,55 kN/m<sup>2</sup>.

Průvlak P1	kN/m <sup>3</sup>	h	kN/m <sup>2</sup>	Zat. šířka m	kN/m	γ	kN/m
Skladba podlahy			2,55	7,57	19,3035	1,35	26,0597
Žb stropní deska	25	0,26	6,5	7,57	49,205	1,35	66,4267
Pochozí užité			2,5	7,57	18,925	1,5	28,3875
Vlastní tíha - odhad	25*0,6*0,25				3,75	1,35	5,0625
celkem					91,1835		125,936

Celkový moment ve středu průvlaku, průvlak vetknut na obou stranách:

$$\frac{1}{24} \cdot f l^2 = \frac{1}{12} \cdot 125,93 \cdot 7,760^2 = 315,97 kNm$$

Krycí vrstva c=25mm, odhad prutů o průměru 20mm, třmínky 8mm.



$$d = h - c - \frac{\emptyset}{2} - \emptyset_{tř} = 600 - 25 - \frac{20}{2} - 8 = 557mm$$

Odhad z:

$$z = 0,9 \cdot d = 501,3mm$$

Výpočet spolupůsobící šířky:

$B_{eff1}$ :

Vzdálenost nulových momentů  $L_0 = 0,7 \cdot 7 = 4,9m$ ;  $B_1 = 7m$ .

$$b_{eff1} = \min\left(\frac{B_1}{2}; 0,2 \cdot \frac{B_1}{2} + 0,1 \cdot L_0; 0,2 \cdot L_0\right) = \min\left(\frac{7}{2}; 0,2 \cdot \frac{7}{2} + 0,1 \cdot 4,9; 0,2 \cdot 4,9\right) \\ = \min(3,75; 1,24; 0,98) = 0,98m$$

$B_{eff2}$ :Vzdálenost nulových momentů  $L_0 = 0,7 \cdot 8,14 = 5,7$ ;  $B_1 = 8,14 m$ .

$$b_{eff1} = \min\left(\frac{B_1}{2}; 0,2 \cdot \frac{B_1}{2} + 0,1 \cdot L_0; 0,2 \cdot L_0\right) \\ = \min\left(\frac{8,14}{2}; 0,2 \cdot \frac{8,14}{2} + 0,1 \cdot 5,7; 0,2 \cdot 5,7\right) = \min(4,07; 1,38; 1,14) \\ = 1,14m$$

Celková působící šířka:

$$b_{eff1} + b_{eff2} + b = 0,98 + 1,14 + 0,25 = 2,37$$

$$M_{ed} \leq A \cdot f_{yd} \cdot z \rightarrow A_s \geq \frac{M_{ed}}{f_{yd} \cdot z} = \frac{315,97 \cdot 10^6}{435 \cdot 501,3} = 1448,96mm^2$$

Plocha jednoho prutu:

$$A_{s1} = \pi \cdot r^2 = 3,14 \cdot 10^2 = 314mm^2$$

$$1448/314 = 4,6 \rightarrow \text{návrh 5 prutů o } \emptyset 20 \rightarrow A_{s,prov} = 1570mm^2$$

$$x = \frac{1570 \cdot 435}{0,8 \cdot 2370 \cdot 20} = 18mm$$

$$z = d - x = 557 - 18 = 539mm$$

$$M_{rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot z = 1570 \cdot 435 \cdot 539 = 368.110.050 Nmm = 368,11kNm$$

$$\text{Tedy } M_{rd} = 368,11 \geq 315,97 = M_{ed}$$

Celkový moment na kraji průvltaku, průvltak vetknut na obou stranách:

$$\frac{1}{12} \cdot fl^2 = \frac{1}{12} \cdot 125,93 \cdot 7,760^2 = 631,94 kNm$$

Krycí vrstva  $c=25mm$ , odhad prutů o průměru 20mm, třmínky 8mm.

$$d = h - c - \frac{\emptyset}{2} - \emptyset_{tř} = 600 - 25 - \frac{20}{2} - 8 = 557mm$$

Odhad z:

$$z = 0,9 \cdot d = 501,3\text{mm}$$

$$M_{ed} \leq A \cdot f_{yd} \cdot z \rightarrow A_s \geq \frac{M_{ed}}{f_{yd} \cdot z} = \frac{631,94 \cdot 10^6}{435 \cdot 501,3} = 2897\text{mm}^2$$

Plocha jednoho prutu:

$$A_{s1} = \pi \cdot r^2 = 3,14 \cdot 10^2 = 314\text{mm}^2$$

$$2897/314 = 9,2 \rightarrow \text{návrh 9 prutů o } \varnothing 20 \rightarrow A_{s,prov} = 2826\text{mm}^2$$

Budeme uvažovat i vliv tlačené konstrukční výztuže o průměru 12mm

$$x = \frac{A_{s1} \cdot f_{yd} - A_{s2} \cdot f_{yd}}{0,8 \cdot b \cdot f_{cd}} = \frac{2826 \cdot 435 - 3,14 \cdot 6^2 \cdot 2 \cdot 435}{0,8 \cdot 2370 \cdot 20} = 29,8\text{mm}$$

$$z = d - x = 557 - 29,8 = 527\text{mm}$$

$$M_{rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot z = 2826 \cdot 435 \cdot 527 = 647.846.370 \text{ Nmm} = 647,85\text{kNm}$$

$$\text{Tedy } M_{rd} = 647,85 \geq 631,94 = M_{ed}$$

#### Návrh průvlaku P2 – L = 7000 mm

Průvlak P2 je kratší než P1, zatížení je stejné, tedy pokud použijeme stejné vyztužení tak průvlak musí vyjít.

#### Návrh průvlaku P3 – L = 4540 mm

Průvlak je průběžný, tedy očekáváme na obou stranách vetknutí.

Průvlak P3	kN/m <sup>2</sup>	Zat. Šířka	kN/m	γ	kN/m	patra	kN/m
Skladba podlahy	2,55	3,4	8,67	1,35	11,70	1	11,7045
Žb stropní deska	6,5	3,4	22,1	1,35	29,83	10	298,35
Pochozí užité	2,5	3,4	8,5	1,5	12,75	11	140,25
Vlastní tíha - odhad	25·0,6·0,6		3,75	1,35	5,06	10	50,625
Žb stěna	25·2,74·0,2		13,7	1,35	18,49	1	18,495
Sníh	0,56	1,5	0,84	1,5	1,26	1	1,26
Skladba střechy	5,33445	6,4	24,16506	1,35	32,62	1	32,62283
Žb stropní deska	6,5	6,4	41,6	1,35	56,16	1	56,16
ŽB stěna	3,4·2,74·0,2·25 / 4,54		10,26	1,35	13,85	10	138,51
celkem			133,5851		167,88		609,4673

Celkový moment na kraji průvlaku, průvlak vetknut na obou stranách:

$$1/12 \cdot f l^2 = \frac{1}{12} \cdot 609,47 \cdot 4,54^2 = 1046,85 \text{ kNm}$$

Krycí vrstva c=25mm, odhad prutů o průměru 25mm, třmínky 8mm.

$$d = h - c - \frac{\emptyset}{2} - \emptyset_{tř} = 600 - 25 - \frac{25}{2} - 8 = 554,5\text{mm}$$

Odhad z:

$$z = 0,9 \cdot d = 501,3\text{mm}$$

$$M_{ed} \leq A \cdot f_{yd} \cdot z \rightarrow A_s \geq \frac{M_{ed}}{f_{yd} \cdot z} = \frac{1046,85 \cdot 10^6}{435 \cdot 501,3} = 4800,62\text{mm}^2$$

Plocha jednoho prutu:

$$A_{s1} = \pi \cdot r^2 = 3,14 \cdot 12,5^2 = 490\text{mm}^2$$

$$4800/490 = 9,8 \rightarrow \text{návrh 12 prutů o } \emptyset 25 \rightarrow A_{s,prov} = 5880\text{mm}^2$$

Pruty musí být ve dvou řadách po 6. tedy se posune těžiště nahoru. Osová vzdálenost je 75 mm.

Nové d = 517mm.

Budeme uvažovat i vliv tláčené konstrukční výztuže o průměru 25mm

$$x = \frac{A_{s1} \cdot f_{yd} - A_{s2} \cdot f_{yd}}{0,8 \cdot b \cdot f_{cd}} = \frac{5880 \cdot 435 - 3,14 \cdot 12,5^2 \cdot 2 \cdot 435}{0,8 \cdot 600 \cdot 20} = 222\text{mm}$$

$$z = d - 0,4x = 517 - 0,4 \cdot 222 = 428\text{ mm}$$

$$M_{rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot z = 5880 \cdot 435 \cdot 428 = 1.094.738.400\text{ Nmm} = 1.094\text{ kNm}$$

$$\text{Tedy } M_{rd} = 1.094 \geq 1.046 = M_{ed}$$

Celkový moment na středu průvltaku, průvltak vetknut na obou stranách:

$$\frac{1}{24} \cdot fl^2 = \frac{1}{24} \cdot 609,47 \cdot 4,54^2 = 523,42\text{ kNm}$$

Krycí vrstva c=25mm, odhad prutů o průměru 25mm, třmínky 8mm.

Výpočet spolupůsobící šířky:

$B_{eff1}$ :

Vzdálenost nulových momentů  $L_0 = 0,7 \cdot 7 = 4,9\text{m}$ ;  $B_1 = 7\text{m}$ .

$$b_{eff1} = \min\left(\frac{B_1}{2}; 0,2 \cdot \frac{B_1}{2} + 0,1 \cdot L_0; 0,2 \cdot L_0\right) = \min\left(\frac{7}{2}; 0,2 \cdot \frac{7}{2} + 0,1 \cdot 4,9; 0,2 \cdot 4,9\right) \\ = \min(3,75; 1,24; 0,98) = 0,98\text{m}$$

$B_{eff2}$ :Vzdálenost nulových momentů  $L_0 = 0,7 \cdot 5,8 = 4$ ;  $B_1 = 5,8\text{ m}$ .

$$b_{eff1} = \min\left(\frac{B_1}{2}; 0,2 \cdot \frac{B_1}{2} + 0,1 \cdot L_0; 0,2 \cdot L_0\right) = \min\left(\frac{5,8}{2}; 0,2 \cdot \frac{5,8}{2} + 0,1 \cdot 4; 0,2 \cdot 4\right) \\ = \min(2,9; 0,98; 0,8) = 0,8\text{m}$$

Celková působící šířka:

$$b_{eff1} + b_{eff2} + b = 0,98 + 0,8 + 0,6 = 2,38m$$

$$d = h - c - \frac{\emptyset}{2} - \emptyset_{tř} = 600 - 25 - \frac{20}{2} - 8 = 557mm$$

Odhad z:

$$z = 0,9 * d = 501,3mm$$

$$M_{ed} \leq A \cdot f_{yd} \cdot z \rightarrow A_s \geq \frac{M_{ed}}{f_{yd} \cdot z} = \frac{523,42 \cdot 10^6}{435 \cdot 501,3} = 2400mm^2$$

Plocha jednoho prutu:

$$A_{s1} = \pi * r^2 = 3,14 * 12,5^2 = 490mm^2$$

$$2400/490 = 4,89 \rightarrow \text{návrh 5 prutů o } \emptyset 25 \rightarrow A_{s,prov} = 2450mm^2$$

$$x = \frac{2450 \cdot 435}{0,8 \cdot 2380 \cdot 20} = 27mm$$

$$z = d - x = 557 - 0,4 * 27 = 546mm$$

$$M_{rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot z = 2450 \cdot 435 \cdot 546 = 581.899.500 Nmm = 581,9kNm$$

$$\text{Tedy } M_{rd} = 581,9 \geq 523,42 = M_{ed}$$

### Návrh stěny W2 – konstrukční výška 3000mm

Nevíme budoucí skladbu podlahy, uvažujeme všude tu nejtěžší možnou: lité terazzo = 1,89 kN/m<sup>2</sup>.  
Počítáme celou stěnu bez otvorů pro okna – „šířka“ čistého betonu je 6250mm.

Stěna W2	kN/m <sup>2</sup>	Zat. šířka m	kN/m	γ	kN/m	patra -	kN/m
Skladba střechy	5,33445	3,56	18,9906 4	1,35	25,6373 7	1	25,6373 7
Skladba podlahy	1,895	3,56	6,7462	1,35	9,10737	10	91,0737
Žb stropní deska	6,5	3,56	23,14	1,35	31,239	10	312,39
Pochozí užité	2,5	3,56	8,9	1,5	13,35	10	133,5
Sníh	0,56	3,56	1,9936	1,5	2,9904	1	2,9904
Atika	25*1,5*0,2		7,5	1,35	10,125	1	10,125
Vlastní tíha - odhad	25*2,74*0,2		13,7	1,35	18,495	10	184,95
Skladba střechy	5,33445	9,3	49,61	1,35	66,97	1	66,97
Skladba podlahy	1,895	9,3	17,6235	1,35	23,7917 3	4	95,1669
Žb stropní deska	7,25	9,3	67,425	1,35	91,0237	4	364,095
Pochozí užité	2,5	9,3	23,25	1,5	34,875	4	139,5
Sníh	0,56	9,3	5,208	1,5	7,812	1	7,812
Žb stěna na konzole	25*2,74*0,2*1,93		26,441	1,5	39,6615	4	158,646
celkem			270,528		375,082		1592,86

Stěna má 20m, proto:

$$N_{ed} = 1592,86 \cdot 20 = 31857,2 \text{ kN}$$

Předpokládané vyztužení 2% plochy stěny.

$$A_c = 200 \cdot 6250 = 1.250.000 \text{ mm}^2$$

$$N_{rd} = A_c \cdot f_{cd} + A_c \cdot f_{yd} \cdot \zeta = 1.250.000 \cdot 20 + 1.250.000 \cdot 400 \cdot 0,02 = 35.000.000 \text{ N} \\ = 35.000 \text{ kN}$$

Stěna tedy vyhovuje. Ale není jednolitá, tedy v rámci bezpečnosti navrhuji tuto stěnu tloušťky 250mm.

### Návrh sloupů S1

Jedná se o sloupy v garáži, nepodporující nic jiného než stropní desku + skladbu střechy + užité zatížení.

Konstrukční výška 3000mm.

Sloup S1	kN/m <sup>2</sup>	Z. plocha m <sup>2</sup>	kN	$\gamma$	kN	patra -	kN
Skladba střechy	5,33445	60,09	320,54	1,35	432,73	1	432,73
Žb stropní deska	6,5	60,09	390,585	1,35	527,28	1	527,28
Vlastní tíha sloupu	25*2,74*0,25*0,25		4,28125	1,35	5,7796	1	5,77
Pochozí užité	2,5	60,09	150,225	1,5	225,3375	1	225,33
Sníh	0,56	60,09	33,6504	1,5	50,4756	1	50,4756
celkem			899,28		1241,6		1241,6

Návrh sloupu kruhový o poloměru 150 mm

$$A_c = \pi \cdot r^2 = \pi \cdot 150 \cdot 150 = 70685 \text{ mm}^2$$

$$N_{rd} = A_c \cdot f_{cd} \cdot 0,8 + A_c \cdot f_{yd} \cdot \zeta = 70.685 \cdot 20 \cdot 0,8 + 70.685 \cdot 400 \cdot 0,02 = 1.696.440 \text{ N} \\ = 1.696 \text{ kN}$$

Sloup tedy předběžně vyhovuje.

Posouzení na protlačení:

$$V_{ed} = 1242 \text{ kN} \quad \beta = 1,15 \quad d_x = 230 \text{ mm} \quad d_y = 220 \text{ mm} \quad d = 225 \text{ mm} \quad u_0 = 4 \cdot 250 = 1000 \text{ mm}$$

$$v = 0,6 \cdot \left(1 - \frac{30}{250}\right) = 0,528$$

$$\frac{\beta \cdot V_{ed}}{d \cdot u_0} = \frac{1,15 \cdot 1242000}{225 \cdot 1000} = 6,348 \text{ MPa}$$

$$V_{rdmax} = 0,4 \cdot v \cdot f_{cd} = 0,4 \cdot 0,528 \cdot 20 = 4,224 \text{ MPa}$$

Sloup tedy nevyhoví na protlačení. Musíme přidat hlavici o poloměru 750mm. Nové  $u_0 = 2 \cdot \pi \cdot 750 = 4710\text{mm}$

$$\frac{\beta \cdot V_{ed}}{d \cdot u_0} = \frac{1,15 \cdot 1242000}{225 \cdot 4710} = 1,34 \text{ MPa}$$

$$V_{rdmax} = 0,4 \cdot v \cdot f_{cd} = 0,4 \cdot 0,528 \cdot 20 = 4,224 \text{ Mpa}$$

První podmínka je tedy splněna.

Druhá podmínka:

$$u_1 = 2 \cdot \pi \cdot (750 + 225) = 6120 \text{ mm } k_{max} = 1,4825 \quad C_{rd,c} = 0,12 \quad k = 1 + \sqrt{\frac{200}{260}} = 1,87$$

$$\zeta = 0,02$$

$$V_{ed,1} = \frac{1,15 \cdot 1242000}{225 \cdot 6120} = 1,03 \text{ Mpa}$$

$$V_{rd,1} = 1,4825 \cdot 0,12 \cdot 1,87 \cdot \sqrt{100 \cdot 0,02 \cdot 30} = 1,30 \text{ Mpa}$$

Sloup tedy vyhoví s hlavici o průměru 750 mm.

## Návrh sloupů S2

Pod stěnou v podzemním podlaží.

Konstrukční výška 3000.

Maximální délka 5,67m a max zatěžovací plocha je 27,39m<sup>2</sup>

Návrh sloupu – čtvercový o straně 400mm.

Sloup S2	kN/m <sup>2</sup>	Z. plocha m <sup>2</sup>	kN	$\gamma$	kN	patra -	kN
Skladba střechy	5,33445	27,39	146,11	1,35	197,24	1	197,24
Skladba podlahy	1,895	13,695	25,95203	1,35	35,03523	10	350,35
Žb stropní deska	6,5	13,695	89,0175	1,35	120,17	10	1201,7
Pochozí užité	2,5	13,695	34,2375	1,5	51,356	10	513,5625
Sníh	0,56	27,39	15,3384	1,5	23,0076	1	23,0076
Atika	25*1,5*0,2*5,67		42,525	1,35	57,408	1	57,408
Vlastní tíha - odhad	25*2,74*0,4*0,4		10,96	1,35	14,796	1	14,796
Žb stěna	25*2,74*0,2*5,67		77,68	1,5	116,52	10	1165,2
celkem			441,821		615,546		3523,31

$$A_c = a \cdot a = 400 \cdot 400 = 160.000 \text{ mm}^2$$

$$N_{rd} = A_c \cdot f_{cd} \cdot 0,8 + A_c \cdot f_{yd} \cdot \zeta = 160.000 \cdot 20 \cdot 0,8 + 160.000 \cdot 400 \cdot 0,02 = 3.840.000N \\ = 3.840 \text{ kN}$$

Sloup tedy vyhoví. Má průvlaky takže nehrozí ani protlačení.

### Zatížení větrem

Základní rychlost větru  $v = 22,5 \text{ m/s}$ .

Výška budovy  $31,5 \text{ m}$ .

Součinitel expozice:  $1,8$ .

Součinitel vnějšího tlaku:  $1,3$ .

Ve směru kolmém na vykonzolování.

Máme 4 stěny o celkové délce  $8,14 \text{ m}$ , pátá má v sobě otvory pro výtahové dveře – neuvažujeme z důvodu menší tuhosti vlivem otvorů.

Tlak větru na budovu

$$q_b = 0,5 \cdot \zeta \cdot v^2 = 0,5 \cdot 1,25 \cdot 22,5^2 = 0,316 \text{ kN/m}$$

$$w_k = q_b \cdot c_e \cdot c_p = 0,316 \cdot 1,8 \cdot 1,3 = 0,73944 \text{ kN/m}^2$$

$$w_d = 0,73944 \cdot 1,5 = 1,1 \text{ kN/m}^2$$

Šířka horní části  $33,2 \text{ m}$ . Šířka spodní části  $23,9 \text{ m}$ .

Tlak na horní 4 patra –  $33,2 \cdot 1,1 = 36,52 \text{ kN/m}$ .

Tlak na spodní patra –  $23,9 \cdot 1,1 = 26,29 \text{ kN/m}$ .

Výška horních pater -  $4 \cdot 3 + 1,5 = 13,5 \text{ m}$ .

Výška spodních pater –  $6 \cdot 3 = 18 \text{ m}$

Celkový moment:

$$M_w = \frac{1}{2} \cdot 18 \cdot 18 \cdot 26,29 + \left(18 + \frac{13,5}{2}\right) \cdot 13,5 \cdot 36,52 = 16.461,2 \text{ kNm}$$

$$W_1 = \frac{1}{6} \cdot t \cdot l^2 = \frac{1}{6} \cdot 0,2 \cdot 8,14^2 = 2,2 \text{ m}^3$$

$$W_2 = \frac{1}{6} \cdot t \cdot l^2 = \frac{1}{6} \cdot 0,25 \cdot 8,14^2 = 2,76 \text{ m}^3$$

Máme tři stěny s průřezem 1 a jednu stěnu s průřezem 2.

$$\sigma_w = \frac{16.461,2}{4 \cdot (3 \cdot 2,2 + 2,76)} = 439 \text{ kPa}$$

Minimální zatížení – stěny + ŽB stropy.

Stěna W2	kN/m <sup>2</sup>	Zat. Šířka	kN/m	γ	kN/m	patra	kN/m
Atika	25·1,5·0,2		7,5	1	7,5	1	7,5
Vlastní tíha - odhad	25·2,74·0,25		13,7	1	13,7	10	137
Žb stropní deska	7,25	9,3	67,425	1	67,425	4	269,7
Žb stěna na konzole	25·2,74·0,2·1,93		26,441	1	26,441	4	105,764
celkem			115,066		115,066		519,964

$$N = 519,96 \cdot 8,14 = 4.232 \text{ kN}$$

$$\sigma_N = \frac{4.232}{0,25 \cdot 8,14} = 2079 \text{ kPa}$$

Napětí od zatížení je mnohonásobně větší než od větru, tedy nebudou vznikat tahová napětí ve stěně.

Stěna W3	kN/m <sup>2</sup>	Zat. Šířka	kN/m	γ	kN/m	patra	kN/m
Atika	25·1,5·0,2		7,5	1,35	10,125	1	10,125
Vlastní tíha - odhad	25·2,74·0,2		13,7	1,35	18,495	10	184,95
Žb stropní deska	7,25	2,55	18,4875	1,35	24,95813	11	274,5394
celkem			39,6875		53,57813		469,6144

$$N = 469,61 \cdot 8,14 = 3.822 \text{ kN}$$

$$\sigma_N = \frac{3.822}{0,2 \cdot 8,14} = 2.348 \text{ kPa}$$

Napětí od zatížení je mnohonásobně větší než od větru, tedy nebudou vznikat tahová napětí ve stěně.

[Ve směru rovnoběžném s vykonzolováním.](#)

Plocha odolávající větru je menší – menší tlak vyvozený větrem, stěny jsou i delší – mají vyšší průřezové charakteristiky, tedy určitě vyhoví.

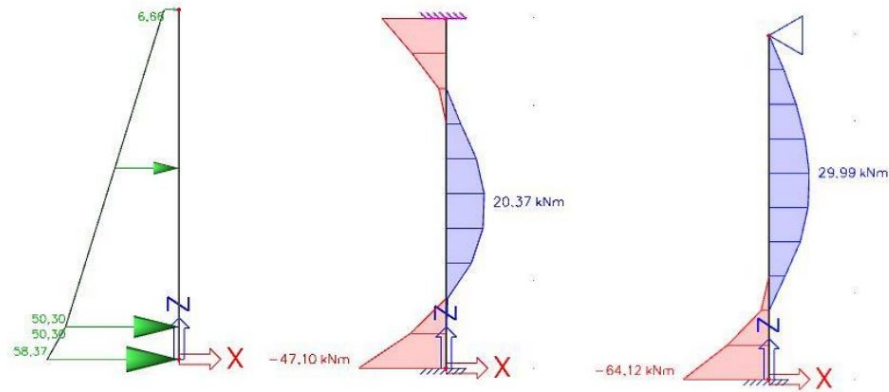
[Posouzení suterénní stěny](#)

Zatížení od zeminy – 19kN/m<sup>3</sup>. Zatížení užité – 5kN/m<sup>2</sup>.

T = 200 mm, b = 1000 mm.

Model vytvořen ve SCIA ENGINEER pro vetknutí a kloub v horní části:





Návrh na největší moment v poli – 29,99 kNm.

Krycí vrstva 25 mm.

$$d = 200 - 25 - 8 - 10/2 = 162 \text{ mm}$$

Odhad  $z = 0,95 \cdot 162 = 154 \text{ mm}$ .

$$A_{s,min} = \frac{M_{ed}}{f_{yd} \cdot z} = \frac{29990000}{435 \cdot 154} = 447 \text{ mm}^2$$

Plocha jednoho prutu o průměru 10mm:  $75 \text{ mm}^2$

Minimální počet prutů:

$$n = \frac{447}{78} = 5,73 \rightarrow \text{návrh 6 prutů o průměru 10 mm}$$

$$A_s = 6 \cdot \pi \cdot 5^2 = 471 \text{ mm}^2$$

$$x = \frac{435 \cdot 471}{0,8 \cdot 1000 \cdot 20} = 12,8 \text{ mm}$$

$$z = d - 0,4 \cdot x = 162 - 0,4 \cdot 12,8 = 156 \text{ mm}$$

$$M_{rd} = f_{yd} \cdot A_s \cdot z = 435 \cdot 471 \cdot 156 = 31.962.060 \text{ Nmm} = 31,96 \text{ kNm}$$

Stěna tedy vyhoví i na zemní tlak s minimálním vyztužením.

Stěny, které jsou přímo pod objektem jsou více vyztuženy (kvůli tlaku z horní části budovy) navíc jsou zatíženy horní částí budovy, tedy je není nutné posuzovat – budou mít automaticky vyšší únosnost.

### Návrh schodiště

Schodiště je uloženo v ŽB jádře. Ramena volím jako prefabrikovaná, podesty a mezipodesty monolitické. Desky jsou na sebe kloubově napojené. Přerušení kročejového hluku bude na mezipodestách řešeno akustickou izolací, na ramenech schodiště pomocí přerušovačů akustických mostů Tronsole.

Návrh geometrie:

Konstrukční výška schodiště: 3000 mm.

Šířka schodiště: 1200 mm, šířka zrcadla 300 mm.

Návrh 20 stupňů, 10 k mezipodestě a 10 od mezipodesty k hlavní podestě.

Šířka stupňů 330 mm, výška stupňů 150 mm.

### Předpokládané reakce

Nebudeme uvažovat otvory.

Zatížení na liniovou podporu:

#### Výpočet reakcí

Liniová podpora		kN/m	délka	pater		$\gamma$	kN
Střecha	prom	23,17	28,01	1	648,9917	1,5	973,4876
Střecha	stále	89,59	28,01	1	2509,416	1,35	3387,711
Patro - konz	prom	18,95	28,01	4	2123,158	1,5	3184,737
Patro - konz	stále	63,55	28,01	4	7120,142	1,35	9612,192
Patro	prom	18,95	18,71	5	1772,773	1,5	2659,159
Patro	stále	63,55	18,71	5	5945,103	1,35	8025,888
Atika		103,8	1	1	103,8	1,35	140,13
VI. Tíha - konz		13,7	18,71	4	1025,308	1,35	1384,166
VI. Tíha		13,7	28,01	6	2302,422	1,35	3108,27
					<b>23551,11</b>		<b>32475,74</b>

Délka podpory je 14,84 m.

Předpokládaná přibližná reakce je:

$$R = \frac{32475}{14,84} = 2.188 \text{ kN/m}$$

### Výpočet napětí v průřezu

strop	kN/m <sup>2</sup>	Zat. Šířka	kN/m	$\gamma$	kN/m	pater	kN/m
Skladba střechy	1,35	1	1,35	1	1,35	1	1,35
Skladba podlahy	5,33445	1	5,33445	1	5,33445	1	5,33445
Žb stropní deska	6,5	1	6,5	1	6,5	1	6,5
celkem			<b>13,18445</b>			<b>13,18445</b>	<b>13,18445</b>

Z toho napětí po průřezu:

$$\sigma = \frac{\frac{1}{10} \cdot 13,2 \cdot 9,25^2}{\frac{1}{6} \cdot 1000 \cdot 260} + \frac{1356,26 \cdot 1050}{260 \cdot 1000} = 5,47 \text{ MPa}$$