



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Katedra konstrukcí pozemních staveb

Výpočet požárního zatížení a stupně požární bezpečnosti

Jan Havlůj

Praha 2017

Výpočet požárního rizika

Název PÚ: P02.02 Sklepní kóje

Označení místnosti dle PD: 2S03 - Sklepní kóje
2S04 - Sklepní kóje
2S05 - Sklepní kóje
2S06 - Sklepní kóje

Zdroj: [2] - 5.1.4

Požární zatížení určeno viz zdroj:

2S03:	$\rho_{v1} = 45$	[kg/m ³]	$S_1 =$	3,65	m ²
2S04:	$\rho_{v2} = 45$	[kg/m ³]	$S_2 =$	9,75	m ²
2S05:	$\rho_{v3} = 45$	[kg/m ³]	$S_3 =$	15,68	m ²
2S06:	$\rho_{v4} = 45$	[kg/m ³]	$S_4 =$	9,32	m ²
	$\rho_v = 45$	[kg/m ³]	$\Sigma =$	38,4	m ²

Stupeň požární bezpečnosti: III. Zdroj: [1; tab. 8]

Název PÚ: P02.03 Prostor garáží

Označení místnosti dle PD: 2S03 - Prostor garáží

Zdroj: [3] - I.3.4; [1] - Tab. B.1; [3] - Příloha G, G.1; [3] - Příloha E. 1; [3] - 7.1.3,4,6; [3] - 8.1 Diagram 2;

Požární zatížení určeno viz zdroj:

- $S = 220,05 \text{ m}^2$
- počet stání = 7 míst
- garáž skupiny 1
- hromadné garáže
- částečně otevřené požární úseky s instalací PSHZ, bez členění ($x=0,9$; $y=1,3$; $z=1,0$)
- maximální počet stání = $135 * 0,9 * 1,3 * 1,0 = 157$ míst
- $\rho_v = 15 \text{ kg/m}^3$
- ekvivalentní trvání požáru $T_e = 15 \text{ min}$
- Index pravděpodobnosti vzniku a rozšíření požáru P_1
 - $P_1 = p_1 * c = 1 * 0,85 = 0,85$
- Index pravděpodobnosti rozsahu škod způsobených požárem P_2
 - $P_2 = p_2 * S * K_5 * K_6 * K_7 = 0,09 * 220,05 * 2,83 * 1 * 1 = 56,05$
- Mezní hodnoty P_1 a P_2

$$P_2 \leq \left(\frac{5 * 10^4}{P_1 - 0,1} \right)^{2/3} \quad 0,11 \leq P_1 \leq 0,1 + \frac{5 * 10^4}{(P_1 - 0,1)^{2/3}}$$

$$56,05 \leq 1644,14 \quad 0,11 \leq P_1 \leq 0,1 + \frac{5 * 10^4}{(P_1 - 0,1)^{2/3}} = 60 \ 570,79$$

- Mezní půdorysná plocha

$$S_{\max} = \frac{P_2}{(p_2 * k_5 * k_6 * k_7)} = \frac{1644,14}{(0,09 * 2,83 * 1 * 1)} = 6455,20 \text{ [m}^2\text{]}$$

Stupeň požární bezpečnosti: II. Zdroj: [1; tab. 8]

Výpočet požárního rizika

Název PÚ: P01.04 Sklepní kóje

Označení místnosti dle PD: 1S05 - Sklepní kóje
1S06 - Sklepní kóje
1S07 - Sklepní kóje

Zdroj: [2] - 5.1.4

Požární zatížení určeno viz zdroj:

1S05:	$\rho_{v1} = 45$	[kg/m ³]	$S_1 =$	9,32	m ²
1S06:	$\rho_{v2} = 45$	[kg/m ³]	$S_2 =$	9,75	m ²
1S07:	$\rho_{v3} = 45$	[kg/m ³]	$S_3 =$	15,68	m ²
	$\rho_v = \underline{45}$	[kg/m ³]	$\Sigma =$	34,75	m ²

Stupeň požární bezpečnosti: III. Zdroj: [1; tab. 8]

Název PÚ: P01.05 Úklidová místnost

Označení místnosti dle PD: 1S04 - Úklidová místnost

Zdroj: [2] - 3.4

$S_1 =$ 3,65 m²

Požární úsek bez požárního rizika

Stupeň požární bezpečnosti: I. Zdroj: [1; 7.2.3]

Výpočet požárního rizika

Název PÚ:

P01.06 Technická místnost

Označení místnosti dle PD:

1S03 - (1) Plynová kotelna

Zdroj:

[1] - Příloha A - 15.10

Výpočtové požární zatížení: $p_v = p \times a \times b \times c = (p_n + p_s) \times a \times b \times c =$ **17,49** [kg/m²]

$$p_{n1} = 15 \quad [\text{kg/m}^2] \qquad S_1 = 12,35 \quad \text{m}^2$$

$$p_s = 2 \quad [\text{kg/m}^2] \qquad \Sigma = 12,35 \quad \text{m}^2$$

$$p_n = \frac{\sum_{i=1}^i S_i \times p_{ni}}{S} = 15 \quad [\text{kg/m}^2]$$

Výpočet součinitele a: $a = \frac{p_n \times a_n + p_s \times a_s}{p_n + p_s} = 1,08$

$$a_{n1} = 1,1$$

$$a_s = 0,9$$

$$a_n = \frac{\sum_{i=1}^i a_{ni} \times p_{ni} \times S_i}{\sum_{i=1}^i p_{ni} \times S_i} = 1,10$$

Výpočet součinitele b: nepřímě větraný úsek

$$b = \frac{k}{0,005 \times \sqrt{h_s}} = 0,955882$$

$$k = 0,008125$$

$$h_s = 2,89 \quad \text{m}$$

$$n = 0,005$$

Výpočet součinitele c:

$$c = 1,0$$

Stupeň požární bezpečnosti:

II.

Zdroj: [1; tab. 8]

Výpočet požárního rizika

Název PÚ:

P01.07 Prostor garáží

Označení místnosti dle PD:

1S023 - Prostor garáží

Zdroj:

[3] - I.3.4; [1] - Tab. B.1; [3] - Příloha G, G.1; [3] - Příloha E. 1; [3] - 7.1.3,4,6; [3] - 8.1 Diagram 2;

Požární zatížení určeno viz zdroj:

- $S = 196,19 \text{ m}^2$
- počet stání = 5 míst
- garáž skupiny 1
- hromadné garáže
- částečně otevřené požární úseky s instalací PSHZ ($x=0,9$; $y=1,3$; $z=1,0$)
- maximální počet stání = $135 * 0,9 * 1,3 * 1,0 = 157$ míst
- $p_v = 15 \text{ kg/m}^2$
- ekvivalentní trvání požáru $T_e = 15 \text{ min}$
- Index pravděpodobnosti vzniku a rozšíření požáru P_1
 - $P_1 = p_1 * c = 1 * 0,85 = 0,85$
- Index pravděpodobnosti rozsahu škod způsobených požárem P_2
 - $P_2 = p_2 * S * K_5 * K_6 * K_7 = 0,09 * 196,19 * 2,83 * 1 * 1 = 49,97$

- Mezní hodnoty P_1 a P_2

$$P_2 \leq \left(\frac{5 * 10^4}{P_1 - 0,1} \right)^{2/3} \qquad 0,11 \leq P_1 \leq 0,1 + \frac{5 * 10^4}{(P_1 - 0,1)^{2/3}}$$

$$49,97 \leq 1644,14$$

$$0,11 \leq P_1 \leq 0,1 + \frac{5 * 10^4}{(P_1 - 0,1)^{2/3}} = 60\,570,79$$

- Mezní půdorysná plocha

$$S_{\max} = \frac{P_2}{(p_2 * k_5 * k_6 * k_7)} = \frac{1644,14}{(0,09 * 2,83 * 1 * 1)} = 6455,20 \text{ [m}^2\text{]}$$

Stupeň požární bezpečnosti:

II.

Zdroj: [1; tab. 8]

Výpočet požárního rizika

Název PÚ:

P01.08 Strojovna VZT

Označení místnosti dle PD:

1S09 -Strojovna VZT

Zdroj:

[1] - Příloha A - 15.1

Výpočtové požární zatížení: $p_v = p \times a \times b \times c = (p_n + p_s) \times a \times b \times c =$ **13,14** [kg/m²]

$$\begin{array}{llll} p_{n1} = & 15 & [\text{kg/m}^2] & S_1 = & 10,3 & \text{m}^2 \\ p_s = & 2 & [\text{kg/m}^2] & \Sigma = & 10,3 & \text{m}^2 \end{array}$$

$$p_n = \frac{\sum_{i=1}^i S_i \times p_{ni}}{S} = 15 \text{ [kg/m}^2\text{]}$$

Výpočet součinitele a: $a = \frac{p_n \times a_n + p_s \times a_s}{p_n + p_s} = 0,90$

$$\begin{array}{ll} a_{n1} = & 0,9 \\ a_s = & 0,9 \end{array}$$

$$a_n = \frac{\sum_{i=1}^i a_{ni} \times p_{ni} \times S_i}{\sum_{i=1}^i p_{ni} \times S_i} = 0,90$$

Výpočet součinitele b: nepřímý větrání úsek

$$b = \frac{k}{0,005 \times \sqrt{h_s}} = 0,858824$$

$$k = 0,0073$$

$$h_s = 2,89 \text{ m}$$

$$n = 0,005$$

Výpočet součinitele c:

$$c = 1,0$$

Stupeň požární bezpečnosti:

II.

Zdroj: [1; tab. 8]

Výpočet požárního rizika

Název PÚ:

N01.09 - Zlatnictví

Označení místnosti dle PD:

114 - (1) Prodejní plocha - zlatnictví

116 - (2) Zázemí (kancelář)

117 - (3) Sociální zařízení

Zdroj:

[1] - Příloha A - 9.1.

[1] - Příloha A - 1.1

[1] - Příloha A - 14.2

Výpočtové požární zatížení: $p_v = p \times a \times b \times c = (p_n + p_s) \times a \times b \times c =$ **15,41** [kg/m²]

$p_{n1} =$	15	[kg/m ²]	$S_1 =$	68,88	m ²
$p_{n2} =$	40	[kg/m ²]	$S_2 =$	2,84	m ²
$p_{n3} =$	5	[kg/m ²]	$S_3 =$	1,64	m ²
$p_s =$	2	[kg/m ²]	$\Sigma =$	73,36	m ²

$$p_n = \frac{\sum_{i=1}^i S_i \times p_{ni}}{S} = 15,74427 \text{ [kg/m}^2\text{]}$$

Výpočet součinitele a:

$$a = \frac{p_n \times a_n + p_s \times a_s}{p_n + p_s} = 0,7593$$

$a_{n1} =$	0,7
$a_{n2} =$	1,1
$a_{n3} =$	1
$a_s =$	0,9

$$a_n = \frac{\sum_{i=1}^i a_{ni} \times p_{ni} \times S_i}{\sum_{i=1}^i p_{ni} \times S_i} = 0,7415$$

Výpočet součinitele b:

Přímo větraný úsek

$$b = \frac{S \times k}{S_o \times \sqrt{h_o}} = 1,1436$$

$S =$	73,36 m ²
$S_o =$	4,963 m ²
$k =$	0,094
$h_s =$	2,76 m
$h_o =$	1,476264 m
$S_o/S =$	0,07
$h_o/h_s =$	0,53
$n =$	0,052

Otvory			
Typ	výška [m]	šířka [m]	h_o [m]
Okno	0,9	1,37	1,37
Okno	0,9	0,85	0,9
Okno	0,9	0,85	0,9
Dveře	2,2	1	2,2

Výpočet součinitele c:

$$h_o = \frac{\sum_{i=1}^i S_{oi} \times h_{oi}}{\sum_{i=1}^i S_{oi}} = 1,476264$$

$c =$ 1

Stupeň požární bezpečnosti:

II.

Zdroj: [1; tab. 8]

Výpočet požárního rizika

Název PÚ:

N01.10 - Odpad

Označení místnosti dle PD:

115 - (1) Odpad

Zdroj:

[1] - Příloha A - 7.1.5.

Výpočtové požární zatížení: $p_v = p \times a \times b \times c = (p_n + p_s) \times a \times b \times c =$ **33,00** [kg/m²]

$$\begin{array}{llll} p_{n1} = & 60 & [\text{kg/m}^2] & S_1 = & 5,14 & \text{m}^2 \\ p_s = & 0 & [\text{kg/m}^2] & \Sigma = & 5,14 & \text{m}^2 \end{array}$$

$$p_n = \frac{\sum_{i=1}^i S_i \times p_{ni}}{S} = 60 \text{ [kg/m}^2\text{]}$$

Výpočet součinitele a:

$$\begin{array}{ll} a_{n1} = & 1,1 \\ a_s = & 0,9 \end{array} \quad a = \frac{p_n \times a_n + p_s \times a_s}{p_n + p_s} = 1,1$$
$$a_n = \frac{\sum_{i=1}^i a_{ni} \times p_{ni} \times S_i}{\sum_{i=1}^i p_{ni} \times S_i} = 1,1$$

Výpočet součinitele b:

$$b = \frac{S \times k}{S_o \times \sqrt{h_o}} = 0,2026 \rightarrow 0,5$$
$$\begin{array}{ll} S = & 5,14 \text{ m}^2 \\ S_o = & 4 \text{ m}^2 \\ k = & 0,223 \\ h_s = & 2,76 \text{ m} \\ h_o = & 2 \text{ m} \\ S_o/S = & 0,78 \\ h_o/h_s = & 0,72 \\ n = & 0,642 \end{array}$$

Otvory			
Typ	výška [m]	šířka [m]	h _o [m]
Vrata	2	2	2

$$h_o = \frac{\sum_{i=1}^i S_{oi} \times h_{oi}}{\sum_{i=1}^i S_{oi}} = 2$$

Výpočet součinitele c:

$$c = 1$$

Stupeň požární bezpečnosti:

III.

Zdroj: [1; tab. 8]

Výpočet požárního rizika

Název PÚ:

N01.11- Kavárna

Označení místnosti dle PD:

105,106,107,110,112 - (1) Sociální zařízení
111 -(2) Příruční sklad
109 - (3) Zázemí (kancelář)
103,113,108,104 - (4) prostor kavárny

Zdroj:

[1] - Příloha A - 14.2
[1] - Příloha A - 7.1.5
[1] - Příloha A - 1.1
[1] - Příloha A - 7.1.3

Výpočtové požární zatížení:

$$p_v = p \times a \times b \times c = (p_n + p_s) \times a \times b \times c =$$

24,82

[kg/m²]

p _{n1} =	5	[kg/m ²]	S ₁ =	17,36	m ²
p _{n2} =	60	[kg/m ²]	S ₂ =	11,19	m ²
p _{n3} =	40	[kg/m ²]	S ₃ =	5,02	m ²
p _{n4} =	30	[kg/m ²]	S ₄ =	99,45	m ²
p _s =	2	[kg/m ²]	Σ=	133,02	m ²

$$p_n = \frac{\sum_{i=1}^i S_i \times p_{ni}}{S} = 29,6384 \text{ [kg/m}^2\text{]}$$

Výpočet součinitele a:

$$a = \frac{p_n \times a_n + p_s \times a_s}{p_n + p_s} = 1,1098$$

a_{n1}= 0,7

a_{n2}= 1,1

a_{n3}= 1

a_{n4}= 1,15

a_s= 0,9

$$a_n = \frac{\sum_{i=1}^i a_{ni} \times p_{ni} \times S_i}{\sum_{i=1}^i p_{ni} \times S_i} = 1,1239$$

Výpočet součinitele b:

Přímo větraný úsek

S= 133,02 m²

S₀= 12,114 m²

k= 0,094

h_s= 4,2 m

h₀= 2,132392 m

S₀/S= 0,09

h₀/h_s= 0,51

n= 0,045

$$b = \frac{S \times k}{S_0 \times \sqrt{h_0}} = 0,7068$$

Otvory			
Typ	výška [m]	šířka [m]	h ₀ [m]
Vrata	2,2	2,68	2,68
Okno	0,9	0,7	0,7
Dveře	2,2	1	2,2
	2,2	1,54	2,2

Výpočet součinitele c:

$$h_0 = \frac{\sum_{i=1}^i S_{0i} \times h_{0i}}{\sum_{i=1}^i S_{0i}} = 2,132392$$

c= 1,0

Stupeň požární bezpečnosti:

II.

Zdroj: [1; tab. 8]

Výpočet požárního rizika

Název PÚ:

N02.12 - Byt

Zdroj: [1] - Příloha B 1.2

- $S = 126,89\text{m}^2$
- dle [2] - 5.1.2 -> budovy OB2 -> byty: $c=1,0$; $p_v = 40 \text{ kg/m}^2$
- $p_s = 2 + 5 = 7\text{kg/m}^2 > 5\text{kg/m}^2$
- $p_{v'} = (p_s - 5) * 1,15 = 2 * 1,15 = 2,3 \text{ kg/m}^2$
- $p_v = 40 + p_{v'} = 40 + 2,3 = 42,3 \text{ kg/m}^2$

Stupeň požární bezpečnosti:

III.

Zdroj: [1; tab. 8]

Název PÚ:

N02.13 - Byt

Zdroj: [1] - Příloha B 1.2

- $S = 60,69\text{m}^2$
- dle [2] - 5.1.2 -> budovy OB2 -> byty: $c=1,0$; $p_v = 40 \text{ kg/m}^2$
- $p_s = 2 + 5 = 7\text{kg/m}^2 > 5\text{kg/m}^2$
- $p_{v'} = (p_s - 5) * 1,15 = 2 * 1,15 = 2,3 \text{ kg/m}^2$
- $p_v = 40 + p_{v'} = 40 + 2,3 = 42,3 \text{ kg/m}^2$

Stupeň požární bezpečnosti:

III.

Zdroj: [1; tab. 8]

Název PÚ:

N03.14 - Byt

Zdroj: [1] - Příloha B 1.2

- $S = 126,89\text{m}^2$
- dle [2] - 5.1.2 -> budovy OB2 -> byty: $c=1,0$; $p_v = 40 \text{ kg/m}^2$
- $p_s = 2 + 5 = 7\text{kg/m}^2 > 5\text{kg/m}^2$
- $p_{v'} = (p_s - 5) * 1,15 = 2 * 1,15 = 2,3 \text{ kg/m}^2$
- $p_v = 40 + p_{v'} = 40 + 2,3 = 42,3 \text{ kg/m}^2$

Stupeň požární bezpečnosti:

III.

Zdroj: [1; tab. 8]

Výpočet požárního rizika

Název PÚ:

N03.15 - Byt

Zdroj: [1] - Příloha B 1.2

- $S = 60,69\text{m}^2$
- dle [2] - 5.1.2 -> budovy OB2 -> byty: $c=1,0$; $p_v = 40 \text{ kg/m}^2$
- $ps = 2 + 5 = 7\text{kg/m}^2 > 5\text{kg/m}^2$
- $p_v' = (ps - 5) * 1,15 = 2 * 1,15 = 2,3 \text{ kg/m}^2$
- $p_v = 40 + p_v' = 40 + 2,3 = 42,3 \text{ kg/m}^2$

Stupeň požární bezpečnosti:

III.

Zdroj: [1; tab. 8]

Název PÚ:

N04.16 - Byt

Zdroj: [1] - Příloha B 1.2

- $S = 60,69\text{m}^2$
- dle [2] - 5.1.2 -> budovy OB2 -> byty: $c=1,0$; $p_v = 40 \text{ kg/m}^2$
- $ps = 2 + 5 = 7\text{kg/m}^2 > 5\text{kg/m}^2$
- $p_v' = (ps - 5) * 1,15 = 2 * 1,15 = 2,3 \text{ kg/m}^2$
- $p_v = 40 + p_v' = 40 + 2,3 = 42,3 \text{ kg/m}^2$

Stupeň požární bezpečnosti:

III.

Zdroj: [1; tab. 8]

Název PÚ:

N05.17 - Byt

Zdroj: [1] - Příloha B 1.2

- $S = 60,69\text{m}^2$
- dle [2] - 5.1.2 -> budovy OB2 -> byty: $c=1,0$; $p_v = 40 \text{ kg/m}^2$
- $ps = 2 + 5 = 7\text{kg/m}^2 > 5\text{kg/m}^2$
- $p_v' = (ps - 5) * 1,15 = 2 * 1,15 = 2,3 \text{ kg/m}^2$
- $p_v = 40 + p_v' = 40 + 2,3 = 42,3 \text{ kg/m}^2$

Stupeň požární bezpečnosti:

III.

Zdroj: [1; tab. 8]

Název PÚ:

N06.18 - Byt

Zdroj: [1] - Příloha B 1.2

- $S = 60,69\text{m}^2$
- dle [2] - 5.1.2 -> budovy OB2 -> byty: $c=1,0$; $p_v = 40 \text{ kg/m}^2$
- $ps = 2 + 5 = 7\text{kg/m}^2 > 5\text{kg/m}^2$
- $p_v' = (ps - 5) * 1,15 = 2 * 1,15 = 2,3 \text{ kg/m}^2$
- $p_v = 40 + p_v' = 40 + 2,3 = 42,3 \text{ kg/m}^2$

Stupeň požární bezpečnosti:

III.

Zdroj: [1; tab. 8]

VÝPOČET Odstupové vzdálenosti z hlediska sálání tepla

VERZE 02 (2016.01)

Okrajové podmínky výpočtu (dle ČSN 73 0802): 1) Průběh požáru dle ISO 834 (normová teplotní křivka)
2) $I_{o,cr} = 18,5 \text{ kW/m}^2$ (na hranici PNP)

Specifikace POP:

3) $\varepsilon = 1,0$ (emisivita požáru)

N01.11 Kavárna - severovýchodní francouzské okno na světlou výšku podlaží

VSTUPNÍ DATA

Výpočtové požární zatížení ... $p_v =$

25 [kg/m²]

Intervaly platnosti:

< 0; 180 >

Konstrukční systém objektu:

nehořlavý

Emisivita ... $\varepsilon =$

1,00 [-]

< 0,56; 1,00 >

Kritická hodnota tepelného toku ... $I_{o,cr} =$

18,5 [kW/m²]

Procento POP ... $p_o =$

97,9 [%]

< 40; 100 >

Rozměry sálavé plochy:

→ šířka ... $b_{POP} =$

9,320 [m]

< 0,01; 30 >

→ výška ... $h_{POP} =$

3,700 [m]

< 0,01; 15 >

VYPOČTENÉ HODNOTY

Předpokládaná teplota v PÚ ... $T =$

815 [°C]

Nejvyšší hustota tepelného toku ... $I_{max} =$

77,4 [kW/m²]

Odstupové vzdálenosti vymezující PNP:

→ v přímém směru uprostřed POP ... $d =$

5,55 [m]

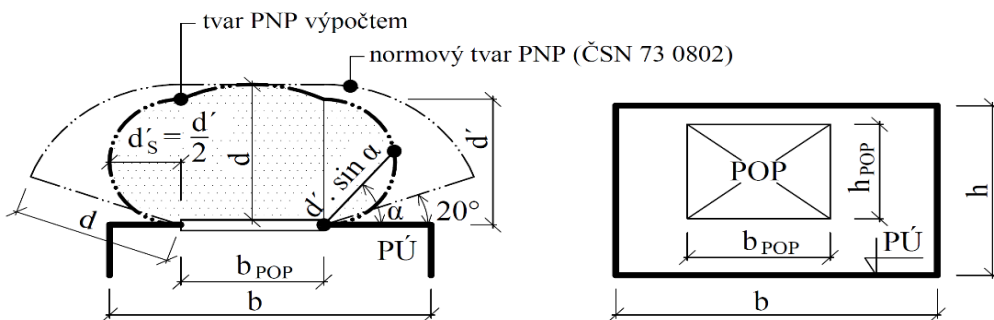
→ v přímém směru na okraji POP ... $d' =$

3,30 [m]

→ do stran na okraji POP ... $d'_s =$

1,65 [m]

PŮDORYS A ŘEZ POŽÁRNÍM ÚSEKEM



$$\text{procento POP} \dots p_o = \frac{b_{POP} \cdot h_{POP}}{b \cdot h} \cdot 100 \text{ [%]}$$

Legenda:

PÚ = požární úsek | PNP = požárně nebezpečný prostor | POP = požárně otevřená plocha



Ing. Marek Pokorný, Ph.D.

ČVUT v Praze | Fakulta stavební | Katedra konstrukcí pozemních staveb

Studijní pomůcka vznikla za podpory Fondu rozvoje vysokých škol pro rok 2010.