

**Doc. Nr 09-744 –TP-K konstrukcijų skaičiavimai**Nuolatinės apkrovos:**Lentelė 1. Apkrova nuo grindų konstrukcijos į perdangą**

Eil.Nr.	Konstrukcija	Charakteri nga apkrova $q_k$ $kN/m^2$	Patikimumo koeficientas $\gamma_Q$	Skaičiuojamoji apkrova $q_d$ $kN/m^2$
1.	Grindų danga	0,4	1,35	0,54
2.	Armuotas betono sluoksnis $h=50mm, \rho = 2500kg/m^3$	1,25	1,35	1,69
3.	Smūgio izoliacija $h=30 mm$ $\rho = 120kg/m^3$	0,036	1,35	0,049
4.	Išlyginamasis smėlio sluoksnis $h=35 mm$ $\rho = 1400kg/m^3$	0,5	1,35	0,675
		$\Sigma q_k=2,19$		$\Sigma q_d=2,96$

**Lentelė 2. Apkrova nuo stogo konstrukcijų**

Eil.Nr.	Konstrukcija	Charakteri nga apkrova $q_k$ $kN/m^2$	Patikimumo koeficientas $\gamma_Q$	Skaičiuojamoji apkrova $q_d$ $kN/m^2$
1.	Stogo danga-profiluota skarda	0,05	1,35	0,068
2.	OSB plokštė	0,11	1,35	0,149
2.	Termoizoliacija (30mm)	0,036	1,35	0,049
3.	Termoizoliacija (170mm)	0,068	1,35	0,092
4.	Apdaila	0,095	1,35	0,129
5.	Stogo konstrukcijų svoris	0,29	1,35	0,392
		$\Sigma q_k=0,65$		$\Sigma q_d=0,88$

Kintamos apkrovos:

Pagal STR 2.05.04:2003 „Poveikiai ir apkrovos“ naudinga apkrova įstaigų paskirties pastatuose pagal B kategoriją:

$$q_k = 2,0kN/m^2;$$

$$q_d = q_k \cdot \gamma_Q = 2,0 \cdot 1,3 = 2,6kN/m^2;$$

Pagal STR 2.05.04:2003 „Poveikiai ir apkrovos“ sniego apkrova Lazdijuose:

$$s_k = 1.20kN/m^2;$$

$$s_d = s_k \cdot \gamma_Q = 1,20 \times 1,30 = 1,56kN/m^2;$$

## 1. Metalinės kolonos prie ašies „D“ skaičiavimas

Kolona projektuojama iš plieno S275JR plieno. Sijos skerspjūvis yra HEB160. Parametrai  $A=54,25$ ;  $I_y=2492 \text{ cm}^4$ ;  $I_x=889,2 \text{ cm}^4$ ;  $W_y=311,5 \text{ cm}^3$ ;  $W_x=111,2 \text{ cm}^3$ ;  $i_y=6,78 \text{ cm}$ ;  $i_x=4,05 \text{ cm}$ .

$$N_{ED} = (g_d + s_d)L \cdot B = (0.88 + 1.56) \cdot 3.14 \cdot 5.35 = 40.0 \text{ kN} / \text{m}.$$

$$\lambda = \frac{l_{eff}}{i_y} = \frac{300}{6.78} = 44.25;$$

$$\bar{\lambda} = \lambda \sqrt{\frac{f_{y,d}}{E}} = 44.25 \sqrt{\frac{250.0}{210 \cdot 10^3}} = 1.53$$

Kai  $0 < \bar{\lambda} \leq 2,5$ ,

$$\varphi = 1,0 - \left( 0,073 - 5,53 \frac{f_{y,d}}{E} \right) \bar{\lambda} \sqrt{\bar{\lambda}} = 1,0 - \left( 0,073 - 5,53 \frac{250}{210 \cdot 10^3} \right) 1.53 \sqrt{1.53} = 0.874;$$

$$f_{y,d} = f_y / \gamma_M = 275 / 1,1 = 250 \text{ MPa};$$

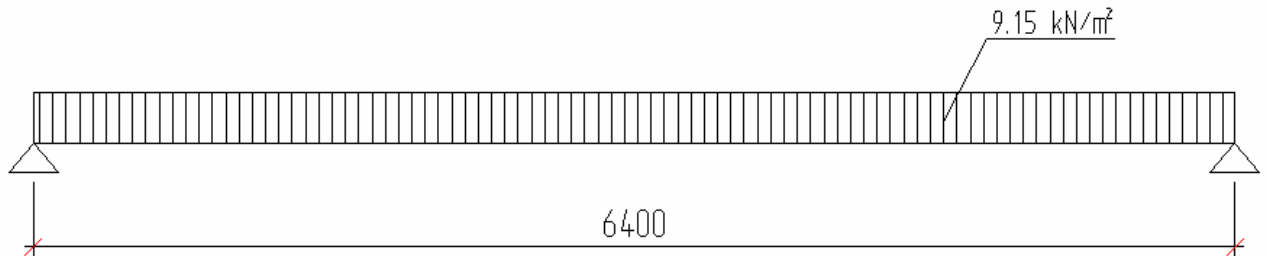
$$N_{c,Rd} = \varphi \cdot A \cdot f_{y,d} \cdot \gamma_c = 0.874 \cdot 54.25 \cdot 10^{-4} \cdot 250 \cdot 10^3 \cdot 1.0 = 1185,0 \text{ kN};$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} = \frac{40.0}{1185} < 0.04$$

Sąlyga tenkinama.

## 2. Metalinės sijos prie ašies „11“ skaičiavimas

Sija projektuojama iš plieno S355JR plieno. Sijos skerspjūvis yra HEB160. Parametrai  $A=54,25$ ;  $I_y=2492 \text{ cm}^4$ ;  $I_x=889,2 \text{ cm}^4$ ;  $W_y=311,5 \text{ cm}^3$ ;  $W_x=111,2 \text{ cm}^3$ ;  $i_y=6,78 \text{ cm}$ ;  $i_x=4,05 \text{ cm}$ .



pav. 1 Sijos skaičiuojamoji schema

$$p_{1,k} = (g_k + s_k)L_1 = (0.65 + 1.2) \cdot 3.75 = 6.94 \text{ kN/m};$$

$$p_{1,d} = (g_d + s_d)L_1 = (0.88 + 1.56) \cdot 3.75 = 9.15 \text{ kN/m}.$$

$$M_{Ed} = \frac{p \cdot l^2}{8} = \frac{9.15 \cdot 6,4^2}{8} = 46.85 \text{ kNm};$$

$$M_{c,Rd} = W_{net,min} f_{y,d} \gamma_c = 311.5 \cdot 10^{-6} \cdot 250 \cdot 10^3 \cdot 1.0 = 77.7 \text{ kNm};$$

$$f_{y,d} = f_y / \gamma_M = 275 / 1,1 = 250 \text{ MPa},$$

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} = \frac{46.85}{77.7} \leq 0.61,$$

Sijos stiprumas pakankamas.

Sijos įlinkio tikrinimas:

$$U = \frac{p_{1,k} \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I} = \frac{6.94 \cdot 10^3 \cdot 6.4^4}{384 \cdot 210 \cdot 10^9 \cdot 2492 \cdot 10^{-8}} = 0.0058 \text{ m};$$

$$U_u = \frac{1}{200} L = \frac{1}{200} \cdot 6.4 = 0.032 \text{ m}$$

$$U = 0.0058 \text{ m} \leq U_u = 0.021 \text{ m}.$$

Sąlyga tenkinama.

### 3. Gegnės skaičiavimas

Naudojama mediana, kurios  $f_{m,k} = 27\text{MPa}$ .

Pasirenku skerspjūvį:  $b \times h = 80 \times 200$

Paklotas ir savasis svoris:

$$p_{2,k} = (g_k + s_k)L_1 = (0.65 + 1.2) \cdot 1.10 = 2.04 \text{ kN/m};$$

$$p_{2,d} = (g_d + s_{d1})L_1 = (0.88 + 1.56) \cdot 1.10 = 2.70 \text{ kN/m}.$$

$$M_d = \frac{p_{2,d} \cdot B^2}{8} = \frac{2.70 \cdot 4.2^2}{8} = 5.95 \text{ kN/m}.$$

$$W = \frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{0.08 \cdot 0.2^2}{6} = 5.33 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3.$$

$$f_{m,d} = \frac{f_{m,k} \cdot k_{\text{mod}}}{\gamma_m} = \frac{27 \cdot 0.6}{1.3} = 12.46 \text{ MPa}$$

$$\frac{M}{W} = \frac{5.95}{0.533 \cdot 10^{-3}} = 11.16 \text{ MPa} < 12.46 \text{ MPa}$$

Gegnės įlinkio tikrinimas:

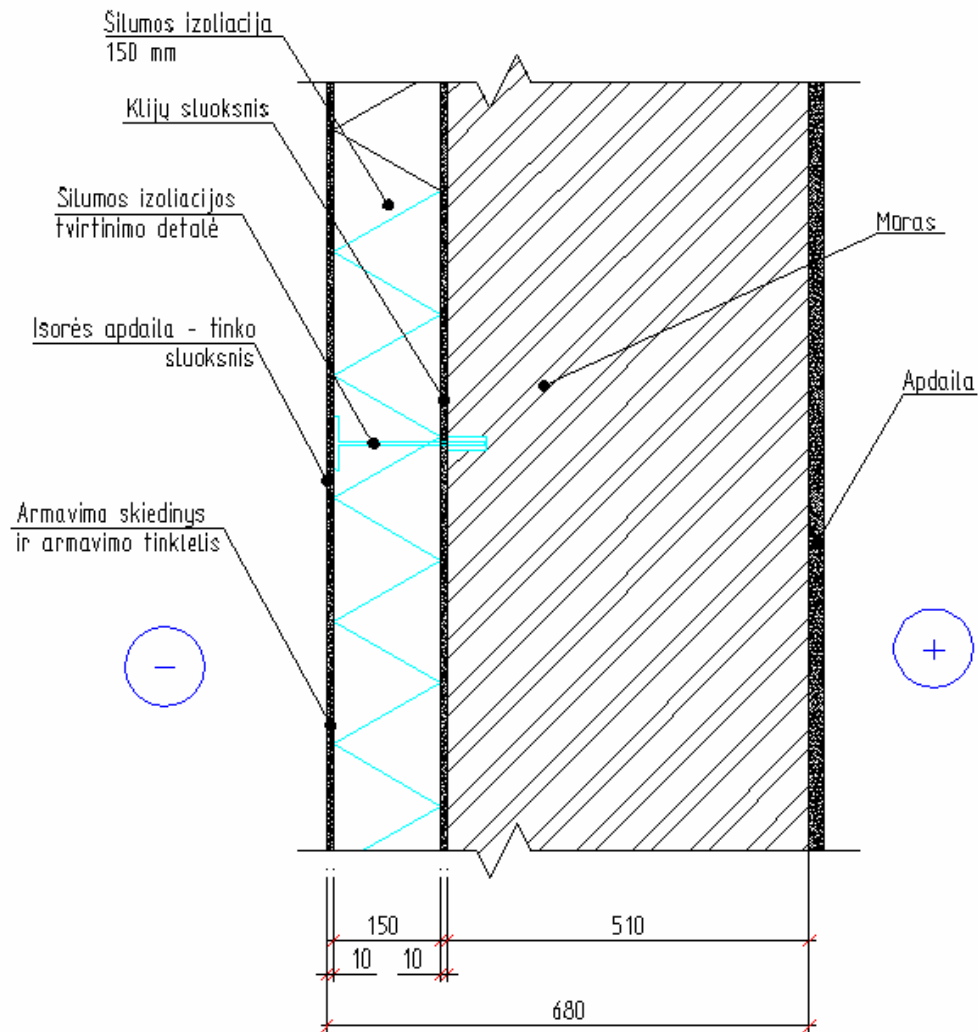
$$U = \frac{1}{384} \cdot \frac{p_{2,k} \cdot B^4}{E_{0,mean} \cdot I} = \frac{1}{384} \cdot \frac{2.04 \cdot 4.2^4}{10 \cdot 10^6 \cdot \frac{0.08 \cdot 0.20^3}{12}} = 3.1 \cdot 10^{-3} \text{ m};$$

$$U_u = \frac{1}{200} B = \frac{1}{200} \cdot 3.6 = 0.018 \text{ m}$$

$$U = 0.0031 \text{ m} \leq U_u = 0.021 \text{ m}.$$

Sąlyga tenkinama. Gegnės skerspjūvis:  $b \times h = 80 \times 200$ .

#### 4. Mūro sienos konstrukcijos parinkimas ir šilumos perdavimo koeficientų skaičiavimas



A.1 pav. Sienos konstrukcija

Apskaičiuojama sienos konstrukcijos šiluminė varža:

Pirmasis sluoksnis – 510 mm storio keraminių plytų mūras, kurio projektinė šilumos laidumo koeficiento vertė  $\lambda_{ds} = 0,85 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$ . Šio sluoksnio šiluminė varža:

$$R_1 = \frac{d_1}{\lambda_{1,ds}} = \frac{0,51}{0,85} = 0,6 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}.$$

Antrasis sluoksnis – 150 mm storio šilumos izoliacijos sluoksnis, kurio projektinė šilumos laidumo koeficiento vertė  $\lambda_{ds} = 0,037 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$ . Šio sluoksnio šiluminė varža:

$$R_2 = \frac{d_2}{\lambda_{2,ds}} = \frac{0,15}{0,037} = 4,05 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}.$$

Trečias sluoksnis – 10 mm storio tinko sluoksnis, kurio projektinė šilumos laidumo koeficiento vertė  $\lambda_{ds} = 0,95 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$ . Šio sluoksnio šiluminė varža:

$$R_3 = \frac{d_3}{\lambda_{3,ds}} = \frac{0,01}{0,95} = 0,01 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}.$$

Atitvarų visuminė šiluminė varža:

$$R_t = R_{si} + R_s + R_{se};$$

$$R_t = 0,13 + (0,6 + 4,05 + 0,01) + 0,04 = 4,83 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}.$$

Pastatų atitvarų šilumos perdavimo koeficientas:

$$U = \frac{1}{R_t} = \frac{1}{4,83} = 0,207 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}.$$

Pastatų atitvarų norminio šilumos perdavimo koeficiento  $U_N$ ,  $\text{W/(m}^2 \cdot \text{K)}$

Atitvaros rūšis	Atitvarą žymintis poraidis	Gyvenamieji pastatai	Negyvenamieji pastatai	
			Viešosios paskirties pastatai*	Pramonės pastatai**
Sienos <sup>5)</sup>	w	$U_N = 0,20 \cdot \kappa$	$U_N = 0,25 \cdot \kappa$	$U_N = 0,30 \cdot \kappa$
Paiškinimai: <sup>5)</sup> Visos neskaidrios vertikalios atitvaros.				

Viešosios paskirties pastato sienos atitvaros norminis šilumos perdavimo koeficientas:

$$U_N = 0,25 \cdot \kappa,$$

čia:  $\kappa = 20 / (\theta_i - \theta_e)$  – temperatūros pataisa,

$\theta_i$  – patalpų vidaus oro temperatūra,  $20 \text{ }^\circ\text{C}$  ;

$\theta_e$  – šildymo sezono vidutinė išorės oro temperatūra  $1,0^\circ \text{C}$  (Klaipėda).

$$\kappa = 20 / (20 - 1,0) = 1,05$$

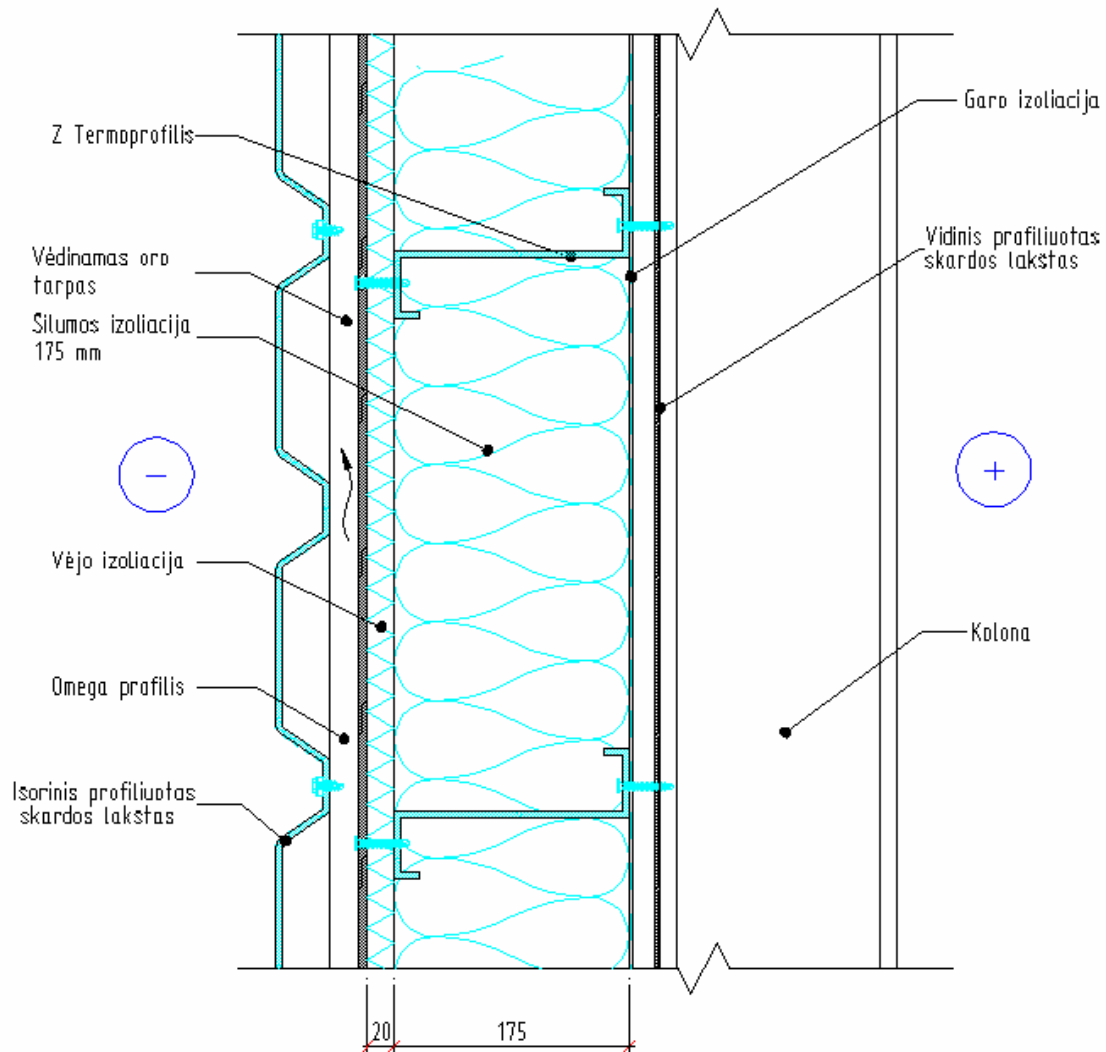
Pastatų atitvarų norminis šilumos perdavimo koeficientas:

$$U_N = 0,25 \cdot \kappa = 0,25 \cdot 1,05 = 0,263 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}.$$

$$U = 0,207 < U_N = 0,263 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}.$$

Gautoji šilumos perdavimo koeficiento reikšmė neviršija norminio šilumos perdavimo koeficiento.

## 5. Karkasinės sienos konstrukcijos parinkimas ir šilumos perdavimo koeficientų skaičiavimas



A.2 pav. Sienos konstrukcija

Apskaičiuojama sienos konstrukcijos šiluminė varža:

Pirmasis sluoksnis – 175 mm storio šilumos izoliacijos sluoksnis, kurio projektinė šilumos laidumo koeficiento vertė  $\lambda_{ds} = 0,037 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$ . Šio sluoksnio šiluminė varža:

$$R_1 = \frac{d_1}{\lambda_{1,ds}} = \frac{0,175}{0,037} = 4,73 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W.}$$

Antrasis sluoksnis – 20 mm storio vėjo izoliacijos sluoksnis, kurio projekcinė šilumos laidumo koeficiento vertė  $\lambda_{ds} = 0,034 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$ . Šio sluoksnio šiluminė varža:

$$R_2 = \frac{d_2}{\lambda_{2,ds}} = \frac{0,02}{0,034} = 0,59 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}.$$

Atitvarų visuminė šiluminė varža:

$$R_t = R_{si} + R_s + R_{se};$$

$$R_t = 0,13 + (4,73 + 0,59) + 0,04 = 5,49 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}.$$

Pastatų atitvarų šilumos perdavimo koeficientas:

$$U = \frac{1}{R_t} = \frac{1}{5,49} = 0,18 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}.$$

Pastatų atitvarų norminio šilumos perdavimo koeficiento  $U_N$ ,  $\text{W/(m}^2 \cdot \text{K)}$

Atitvaros rūšis	Atitvarą žymintis poraidis	Gyvenamieji pastatai	Negyvenamieji pastatai	
			Viešosios paskirties pastatai*	Pramonės pastatai**
Sienos <sup>5)</sup>	w	$U_N=0,20 \cdot \kappa$	$U_N=0,25 \cdot \kappa$	$U_N=0,30 \cdot \kappa$
Paiškinimai: 5) Visos neskaidrios vertikalios atitvaros.				

Viešosios paskirties pastato sienos atitvaros norminis šilumos perdavimo koeficientas:

$$U_N = 0,25 \cdot \kappa,$$

čia:  $\kappa = 20 / (\theta_i - \theta_e)$  – temperatūros pataisa,

$\theta_i$  – patalpų vidaus oro temperatūra,  $20 \text{ }^\circ\text{C}$  ;

$\theta_e$  – šildymo sezono vidutinė išorės oro temperatūra  $1,0^\circ \text{C}$  (Klaipėda).

$$\kappa = 20 / (20 - 1,0) = 1,05$$

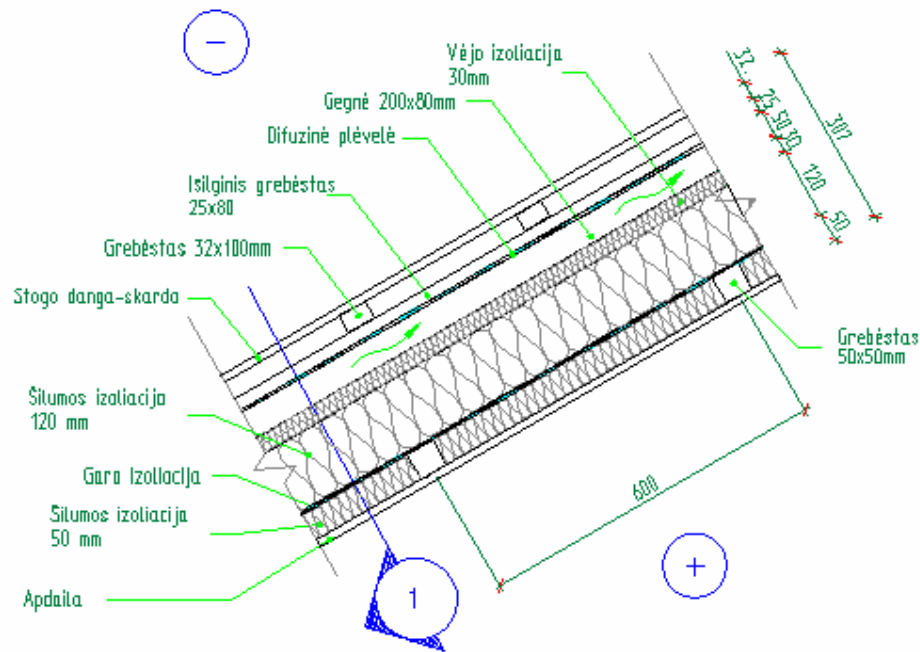
Pastatų atitvarų norminis šilumos perdavimo koeficientas:

$$U_N = 0,25 \cdot \kappa = 0,25 \cdot 1,05 = 0,263 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}.$$

$$U = 0,18 < U_N = 0,263 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}.$$

Gautoji šilumos perdavimo koeficiento reikšmė neviršija norminio šilumos perdavimo koeficiento.

## 6. Šlaitinio stogo konstrukcijos parinkimas ir šilumos perdavimo koeficientų skaičiavimas



A.3 pav. Stogo konstrukcija

Apskaičiuojama sienos konstrukcijos šiluminė varža:

Pirmas sluoksnis – 30 mm storio vėjo izoliacijos sluoksnis, kurio projektinė šilumos laidumo koeficiento vertė  $\lambda_{ds} = 0,037 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ . Šio sluoksnio šiluminė varža:

$$R_1 = \frac{d_1}{\lambda_{1,ds}} = \frac{0,03}{0,034} = 0,88 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}.$$

Antras sluoksnis – 120 mm storio šilumos izoliacijos sluoksnis, kurio projektinė šilumos laidumo koeficiento vertė  $\lambda_{ds} = 0,037 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ . Šio sluoksnio šiluminė varža:

$$R_2 = \frac{d_2}{\lambda_{2,ds}} = \frac{0,12}{0,037} = 3,24 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}.$$

Trečias sluoksnis – 50 mm storio šilumos izoliacijos sluoksnis, kurio projektinė šilumos laidumo koeficiento vertė  $\lambda_{ds} = 0,037 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ . Šio sluoksnio šiluminė varža:

$$R_3 = \frac{d_3}{\lambda_{3,ds}} = \frac{0,05}{0,037} = 1,35 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}.$$

Atitvarų visuminė šiluminė varža:

$$R_t = R_{si} + R_s + R_{se};$$

$$R_t = 0,10 + (0,88 + 3,24 + 1,35) + 0,04 = 5,61 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}.$$

Pastatų atitvarų šilumos perdavimo koeficientas:

$$U = \frac{1}{R_t} = \frac{1}{5,61} = 0,178 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}).$$

Pastatų atitvarų norminio šilumos perdavimo koeficiento  $U_N$ ,  $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ .

Atitvaros rūšis	Atitvarą žymintis poraidis	Gyvenamieji pastatai	Negyvenamieji pastatai	
			Viešosios paskirties pastatai*	Pramonės pastatai**
Stogai <sup>1)</sup>	r	$U_N = 0,16 \cdot \kappa$	$U_N = 0,20 \cdot \kappa$	$U_N = 0,25 \cdot \kappa$
Perdangos, kurios ribojasi su išore <sup>2)</sup>	ce			
Paaiškinimai: <sup>2)</sup> Perdangos virš pravažiavimų ar praėjimų. Šiai grupei taip pat priskiriamos perdangos tarp patalpų su skirtingomis temperatūromis.				

Viešosios paskirties pastato stogo atitvaros norminis šilumos perdavimo koeficientas:

$$U_N = 0,20 \cdot \kappa,$$

čia:  $\kappa = 20/(\theta_i - \theta_e)$  – temperatūros pataisa,

$\theta_i$  – patalpų vidaus oro temperatūra,  $20^\circ \text{C}$  ;

$\theta_e$  – šildymo sezono vidutinė išorės oro temperatūra  $1,0^\circ \text{C}$  (Klaipėda).

$$\kappa = 20/(20 - (1,0)) = 1,05;$$

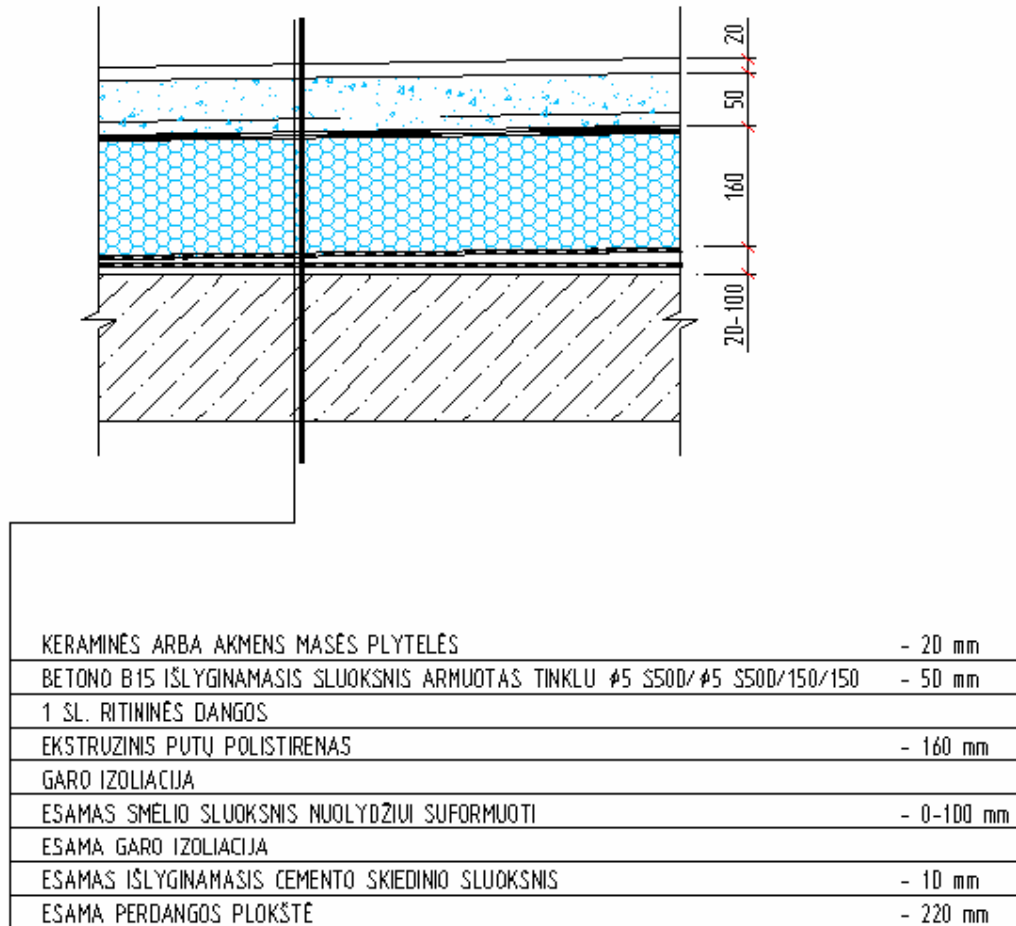
Pastatų atitvarų norminis šilumos perdavimo koeficientas:

$$U_N = 0,20 \cdot \kappa = 0,20 \cdot 1,05 = 0,21 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}).$$

$$U = 0,178 < U_N = 0,21 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}).$$

Gautoji šilumos perdavimo koeficiento reikšmė neviršija norminio šilumos perdavimo koeficiento.

## 7. Plokščio stogo konstrukcijos parinkimas ir šilumos perdavimo koeficientų skaičiavimas



A.4 pav. Stogo konstrukcija

Apskaičiuojama sienos konstrukcijos šiluminė varža:

Pirmas sluoksnis – 220 mm perdanga, kurio projektinė šilumos laidumo koeficiento vertė  $\lambda_{ds} = 2,04$  W/(m · K). Šio sluoksnio šiluminė varža:

$$R_1 = \frac{d_1}{\lambda_{1,ds}} = \frac{0,22}{2,04} = 1,08 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}.$$

Antras sluoksnis – 10 mm cementinio skiedinio sluoksnis, kurio projektinė šilumos laidumo koeficiento vertė  $\lambda_{ds} = 0,96$  W/(m · K). Šio sluoksnio šiluminė varža:

$$R_2 = \frac{d_2}{\lambda_{2,ds}} = \frac{0,01}{0,96} = 0,01 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}.$$

Trečias sluoksnis – 160 mm storio šilumos izoliacijos sluoksnis, kurio projektinė šilumos laidumo koeficiento vertė  $\lambda_{ds} = 0,035 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ . Šio sluoksnio šiluminė varža:

$$R_3 = \frac{d_3}{\lambda_{3,ds}} = \frac{0,16}{0,035} = 4,57 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}.$$

Kketvirtas sluoksnis – 50 mm storio betono sluoksnis, kurio projektinė šilumos laidumo koeficiento vertė  $\lambda_{ds} = 0,204 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ . Šio sluoksnio šiluminė varža:

$$R_4 = \frac{d_4}{\lambda_{4,ds}} = \frac{0,05}{0,204} = 0,25 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}.$$

Atitvarų visuminė šiluminė varža:

$$R_t = R_{si} + R_s + R_{se};$$

$$R_t = 0,10 + (1,08 + 0,01 + 4,57 + 0,25) + 0,04 = 6,05 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}.$$

Pastatų atitvarų šilumos perdavimo koeficientas:

$$U = \frac{1}{R_t} = \frac{1}{6,05} = 0,165 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}).$$

Pastatų atitvarų norminio šilumos perdavimo koeficiento  $U_N, \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ .

Atitvaros rūšis	Atitvarą žymintis poraidis	Gyvenamieji pastatai	Negyvenamieji pastatai	
			Viešosios paskirties pastatai*	Pramonės pastatai**
Stogai <sup>1)</sup>	r	$U_N = 0,16 \cdot \kappa$	$U_N = 0,20 \cdot \kappa$	$U_N = 0,25 \cdot \kappa$
Perdangos, kurios ribojasi su išore <sup>2)</sup>	ce			
Paaškinimai: <sup>2)</sup> Perdangos virš pravažiavimų ar praėjimų. Šiai grupei taip pat priskiriamos perdangos tarp patalpų su skirtingomis temperatūromis.				

Viešosios paskirties pastato stogo atitvaros norminis šilumos perdavimo koeficientas:

$$U_N = 0,20 \cdot \kappa,$$

čia:  $\kappa = 20/(\theta_i - \theta_e)$  – temperatūros pataisa,

$\theta_i$  – patalpų vidaus oro temperatūra, 20 °C ;

$\theta_e$  – šildymo sezono vidutinė išorės oro temperatūra 1,0° C(Klaipėda).

$$\kappa = 20 / (20 - (1,0)) = 1,05;$$

Pastatų atitvarų norminis šilumos perdavimo koeficientas:

$$U_N = 0,20 \cdot \kappa = 0,20 \cdot 1,05 = 0,21 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}).$$

$$U = 0,165 < U_N = 0,21 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}).$$

Gautoji šilumos perdavimo koeficiento reikšmė neviršija norminio šilumos perdavimo koeficiento.