

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE



BAKALÁŘ: JANA DUSBABOVÁ

VED. BAKAL. PRÁCE: Doc. Ing. MILAN VLČEK,
CSc

STAVBA:

POLYFUNKČNÍ RODINNÝ DŮM – RO/1

na p.p.č. 26/6, k.ú.z. Bohdašín nad Olešnicí

FORMÁT:

15xA4

DATUM:

13/05/2012

PŘÍLOHA:

TEPELNĚ TECHNICKÉ POSOUZENÍ

MĚŘÍTKO:

-

Č.

DOKUMENTU:

E

OBSAH:

1. IDENTIFIKACE STAVBY	2
2. PODKLADY PRO ZPRACOVÁNÍ	2
3. TECHNICKÉ ÚDAJE BUDOVY	2
4. ÚDAJE O SPLNĚNÍ NORMATIVNÍCH POŽADAVKŮ Z HLEDISKA TEPELNÉ TECHNIKY	2
5. ZÁVĚR	5
6. PŘÍLOHA – Skladby konstrukcí a výpočty	5

1. IDENTIFIKACE STAVBY

Název stavby: Polyfunkční rodinný dům - Ro/1
na p.p.č. 26/6, k. úz. Bohdašín nad Olešnicí
Stavebník: Jana Dusbabová, Langrova 1056, 549 41 Červený Kostelec
Jan Dusbaba, Langrova 1056, 549 41 Červený Kostelec
Místo stavby: p.p.č. 26/6, k.ú.z. Rtyně v Podkrkonoší
Kraj: Královehradecký
Charakter stavby: novostavba
Stupeň p. dokumentace: Projektová dokumentace pro stavební povolení

2. PODKLADY PRO ZPRACOVÁNÍ

ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov, část 2: Požadavky
Projektová dokumentace
Technické listy výrobců
Studijní opory, Teplo 2009

3. TECHNICKÉ ÚDAJE BUDOVY

Základní okrajové podmínky pro výpočet dle ČSN 73 0540 a ČSN 13788

Parametry exteriéru:

- budova se nachází v kraji Královehradeckém, okres Náchod
- návrhová vnější výpočtová teplota $\theta_e = -17\text{ °C}$
- návrhová vnější vlhkost vzduchu $\varphi_{ie} = 85\text{ %}$

Parametry interiéru:

- návrhová vnitřní výpočtová teplota $\theta_i = 20,3\text{ °C}$
- návrhová vnitřní vlhkost vzduchu $\varphi_{ii} = 50\text{ %}$

4. ÚDAJE O SPLNĚNÍ NORMATIVNÍCH POŽADAVKŮ Z HLEDISKA TEPELNÉ TECHNIKY

• Součinitel prostupu tepla U

Konstrukce vytápěných budov musí v prostorech s návrhovou relativní vlhkostí vnitřního vzduchu $\varphi_i \leq 60\text{ %}$ splňovat podmínku:

$$U \leq U_N [W/m^2 \cdot K]$$

U ... výpočtová hodnota součinitele prostupu tepla

U_N ... normová hodnota a doporučená hodnota součinitele prostupu tepla (viz tabulka)

Označení	Ochlazované konstrukce	Součinitel prostupu tepla U [W/m ² ·K]	Požadovaná hodnota U_N [W/m ² ·K]	Doporučená hodnota U_N [W/m ² ·K]	Posouzení
S1	Šikmá dvouplášťová střecha, zateplená, 46°	0,169	0,36	0,20	√ vyhoví
S3	Vodorovný podhled zateplený mezi kleštinami, podkroví	0,169	0,36	0,20	√ vyhoví

S5	Plochá jednoplášťová střecha, spád 2%	0,155	0,24	0,16	√ vyhoví
F1	Obvodová zateplená stěna - ETICS	0,153	0,30	0,25	√ vyhoví
F2	Obvodová zateplená stěna – provětrávaná, dřevěný obklad	0,144	0,30	0,25	√ vyhoví
S8	Podlaha nad exteriérem, zateplená	0,150	0,24	0,16	√ vyhoví
S6	Podlaha na zemině, nášlapná vrstva vinylová podlaha	0,230	0,45	0,30	√ vyhoví
S7	Podlaha na zemině, nášlapná vrstva keramická dlažba	0,232	0,45	0,30	√ vyhoví

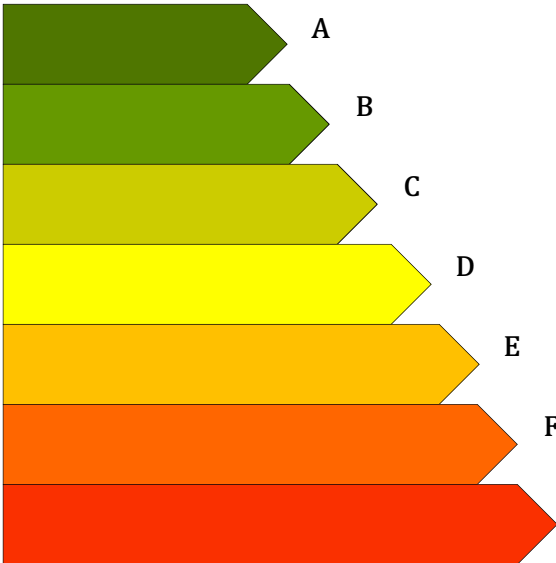
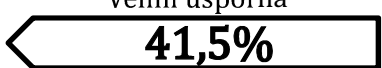
• **Nejnižší povrchová teplota θ_{si}**

V zimním období musí konstrukce v prostorech s relativní vlhkostí vnitřního vzduchu $\varphi_i \leq 60 \%$ vykazovat v každém místě teplotní faktor vnitřního povrchu f_{Rsi} dle vztahu:

$$f_{Rsi} \geq f_{Rsi,N} [-]$$

Označení	Ochlazované konstrukce	Výpočtová hodnota Teplotní faktor vnitřního povrchu f_{Rsi} [-]	Požadovaná hodnota $f_{Rsi,N}$ [-]	Posouzení
S1	Šikmá dvouplášťová střecha, zateplená, 46°	0,958	0,777	√ vyhoví
S3	Vodorovný podhled zateplený mezi kleštinami, podkroví	0,958	0,777	√ vyhoví
S5	Plochá jednoplášťová střecha, spád 2%	0,961	0,716	√ vyhoví
F1	Obvodová zateplená stěna - ETICS	0,962	0,777	√ vyhoví
F2	Obvodová zateplená stěna – provětrávaná, dřevěný obklad	0,964	0,777	√ vyhoví
S8	Podlaha nad exteriérem, zateplená	0,963	0,777	√ vyhoví
S6	Podlaha na zemině, nášlapná vrstva vinylová podlaha	0,943	0,590	√ vyhoví
S7	Podlaha na zemině, nášlapná vrstva keramická dlažba	0,942	0,590	√ vyhoví

- Energetický štítek budovy (prostup tepla obálkou budovy)

ENERGETICKÝ ŠTÍTEK BUDOVY Polyfunkční rodinný dům Ro/1, na p.p.č. 26/6, k.ú.z. Bohdašín nad Olešnicí		
Klasifikace	Stupeň tepelné náročnosti budovy STN	Zjištěná hodnota
Mimořádně úsporná budova  Mimořádně nevyhovující budova	STN ≤ 40% STN ≤ 60% STN ≤ 80% STN ≤ 100% STN ≤ 120% STN ≤ 150% STN > 150%	Velmi úsporná  Požadavek ČSN 73 0540-2
Budova splňuje požadavek ČSN 73 0540-2		

5. ZÁVĚR

Výpočtové hodnoty součinitele prostupu tepla U u všech posuzovaných skladeb vyhovují požadovaným i doporučeným hodnotám dle požadavků ČSN 73 0540-2 (2011).

Výpočtem stanovená hodnota vnitřní povrchové teploty a tepelného faktoru $f_{Rsi,N}$ v ploše posuzovaných skladeb vyhovuje požadavkům ČSN 73 0540-2 (2011).

Budova vyhoví z hlediska normových požadavků na prostup tepla obálkou budovy. Budova je zařazena do skupiny B – velmi úsporná.

6. PŘÍLOHA - Skladby konstrukcí a výpočty

Skladby konstrukcí, které tvoří obálku budovy a v nich použité materiály.

S1 - ŠIKMÁ DVOUPLÁŠŤOVÁ STŘECHA S KLASICKÝM USPOŘÁDÁNÍM VRSTEV, ZATEPLENÁ, SKLON 46°						
OZN.	FUNKCE VRSTVY	MATERIÁL	VÝROBCE	TL. [m]	λ [W/mK]	ρ [kg/m ³]
1	BEDNÍCÍ	DŘEVĚNÉ STAVEBNÍ DESKY OSB, 2500 x 1250 mm	KRONOSPAN	0,025	0,13	550
2	TEPELNÁ IZOLACE	TEPELNĚ IZOLAČNÍ PÁSY Z KAMENNÉ VLNY S KOLMÝMI VLÁKNY	FASROCK, ROCKWOOL	0,18	0,035	38,5
3		TEPELNĚ IZOLAČNÍ PÁSY Z KAMENNÉ VLNY S KOLMÝMI VLÁKNY	FASROCK, ROCKWOOL	0,07	0,035	38,5
4	PAROZÁBRANA	PAROTĚSNÁ FÓLIE AL	JUTAFOL N AL, JUTA	0,0027	0,59	0,17 [kg/m ²]
5	PODHLÉD	SÁDROVLÁKNITÉ DESKY	RIGIDUR, RIGIPS	0,0125	0,35	1200

|| – R^I

$$Ra = \frac{d1}{\lambda1} + \frac{d2}{\lambda2} + \frac{d3}{\lambda3} + \frac{d4}{\lambda4} + \frac{d5}{\lambda5} = \frac{0,025}{0,13} + \frac{0,180}{0,035} + \frac{0,070}{0,035} + \frac{0,0027}{0,59} + \frac{0,013}{0,35} = 7,38 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$$

$$Rb = \frac{d1}{\lambda1} + \frac{d2}{\lambda2} + \frac{d3}{\lambda3} + \frac{d4}{\lambda4} + \frac{d5}{\lambda5} = \frac{0,025}{0,13} + \frac{0,180}{0,180} + \frac{0,070}{0,035} + \frac{0,0027}{0,59} + \frac{0,013}{0,35} = 3,23 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$$

$$\frac{1}{R^I} = \frac{\frac{Aa}{A}}{\frac{Ra}{A}} + \frac{\frac{Ab}{A}}{\frac{Rb}{A}} = \frac{\frac{0,225}{0,26}}{7,38} + \frac{\frac{0,035}{0,26}}{3,23} = 0,159$$

$$\frac{1}{R^I} = 0,159$$

$$R^I = 6,289 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$$

⊥ – R^{II}

$$\frac{1}{Rd2} = \frac{\frac{Aad2}{Ad2}}{\frac{d2}{\lambda ti}} + \frac{\frac{Abd2}{Ad2}}{\frac{d2}{\lambda d}} = \frac{\frac{0,14}{0,162}}{\frac{0,18}{0,035}} + \frac{\frac{0,022}{0,162}}{\frac{0,18}{0,18}} = 0,304$$

$$\frac{1}{R2} = 0,304$$

$$R2 = 3,289 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$$

$$R1 = \frac{0,025}{0,13} = 0,192 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$$

$$R3 = \frac{0,07}{0,035} = 2,0 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$$

$$R_4 = \frac{0,0027}{0,59} = 0,0046 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$$

$$R_5 = \frac{0,013}{0,35} = 0,037 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$$

$$R^{II} = R_5 + R_4 + R_3 + R_2 + R_1 = 5,523 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$$

Podmínky:

$$\left(\frac{R^I}{R^{II}}\right) < 1,25 \quad 1,139 < 1,25 \quad \checkmark \quad \text{vyhoví}$$

$$\left(\frac{R^{II}}{R^I}\right) > 0,8 \quad 0,878 > 0,8 \quad \checkmark \quad \text{vyhoví}$$

$$R = \frac{R^I + 2R^{II}}{3} = \frac{6,274 + 2 \cdot 5,523}{3} = 5,773 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$$

$$R_T = R_{si} + R + R_{se} = 0,10 + 5,773 + 0,04 = 5,913 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$$

$$U = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{5,913} = 0,169 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$$

$$U_{N,20} = 0,36 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K} \quad \checkmark \quad \text{vyhoví} \quad U_{\text{rec},20} = 0,20 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K} \quad \checkmark \quad \text{vyhoví}$$

$$\theta_{s,\min} = \theta_{ai} - U \cdot R_{si} \cdot (\theta_{ai} - \theta_e) = 20,3 - 0,169 \cdot 0,25 \cdot (20,3 + 17) = 18,724 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$fR_{si} = \frac{\theta_{si,\min} - \theta_e}{\theta_{ai} - \theta_e} = \frac{18,724 - (-17)}{20,3 - (-17)} = 0,958$$

$$fR_{si,cr} = 1 - \frac{237,3 + 2,1 \cdot \theta_{ai}}{\theta_{ai} - \theta_e} \cdot \frac{1}{1,1 - \frac{17,269}{\ln\left(\frac{\varphi_i}{\varphi_{si,cr}}\right)}} = 1 - \frac{237,3 + 2,1 \cdot 20,3}{20,3 - (-17)} \cdot \frac{1}{1,1 - \frac{17,269}{\ln\left(\frac{0,5}{0,85}\right)}} = 0,777$$

$$fR_{si} \geq fR_{si,N} \quad 0,958 \geq 0,777 \quad \checkmark \quad \text{vyhoví}$$

S3 - VODOROVNÝ PODHLED ZATEPLENÝ MEZI KLEŠTINAMI, PODKORVÍ						
OZN.	FUNKCE VRSTVY	MATERIÁL	VÝROBCE	TL. [m]	λ [W/mK]	ρ [kg/m ³]
1	BEDNÍČÍ	SMRKOVÁ PRKNA, HOBLOVANÁ	TESMEN	0,02	0,18	400
2	TEPELNÁ IZOLACE	TEPELNĚ IZOLAČNÍ PÁSY Z KAMENNÉ VLNY S KOLMÝMI VLÁKNY	FASROCK, ROCKWOOL	0,18	0,035	38,5
3		TEPELNĚ IZOLAČNÍ PÁSY Z KAMENNÉ VLNY S KOLMÝMI VLÁKNY	FASROCK, ROCKWOOL	0,07	0,035	38,5

4	PAROZÁBRANA	PAROTĚSNÁ FÓLIE AL	JUTAFOL N AL, JUTA	0,0027	0,59	0,17 [kg/m ²]
5	PODHLED	SÁDROVLÁKNITÉ DESKY	RIGIDUR, RIGIPS	0,0125	0,35	1200

|| – R^I

$$Ra = \frac{d1}{\lambda1} + \frac{d2}{\lambda2} + \frac{d3}{\lambda3} + \frac{d4}{\lambda4} + \frac{d5}{\lambda5} = \frac{0,02}{0,13} + \frac{0,160}{0,035} + \frac{0,070}{0,035} + \frac{0,0027}{0,59} + \frac{0,013}{0,35} = 6,77 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$$

$$Rb = \frac{d1}{\lambda1} + \frac{d2}{\lambda2} + \frac{d3}{\lambda3} + \frac{d4}{\lambda4} + \frac{d5}{\lambda5} = \frac{0,02}{0,13} + \frac{0,160}{0,180} + \frac{0,070}{0,035} + \frac{0,0027}{0,59} + \frac{0,013}{0,35} = 3,08 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$$

$$Rc = \frac{d1}{\lambda1} + \frac{d2}{\lambda2} + \frac{d3}{\lambda3} + \frac{d4}{\lambda4} + \frac{d5}{\lambda5} = \frac{0,02}{0,13} + \frac{0,160}{0,035} + \frac{0,070}{0,035} + \frac{0,0027}{0,59} + \frac{0,013}{0,35} = 6,77 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$$

$$Rd = \frac{d1}{\lambda1} + \frac{d2}{\lambda2} + \frac{d3}{\lambda3} + \frac{d4}{\lambda4} + \frac{d5}{\lambda5} = \frac{0,02}{0,13} + \frac{0,160}{0,180} + \frac{0,070}{0,035} + \frac{0,0027}{0,59} + \frac{0,013}{0,35} = 3,08 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$$

$$\frac{1}{R^I} = \frac{\frac{Aa}{A}}{Ra} + \frac{\frac{Ab}{A}}{Rb} + \frac{\frac{Ac}{A}}{Rc} + \frac{\frac{Ad}{A}}{Rd} = \frac{\frac{0,186}{0,24}}{6,77} + \frac{\frac{0,011}{0,24}}{3,08} + \frac{\frac{0,032}{0,24}}{6,77} + \frac{\frac{0,011}{0,24}}{3,08} = 0,164$$

$$\frac{1}{R^I} = 0,164$$

$$R^I = 6,098 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$$

± – R^{II}

$$\frac{1}{Rd2} = \frac{\frac{Aad2}{Ad2}}{\frac{d2}{\lambda ti}} + \frac{\frac{Abd2}{Ad2}}{\frac{d2}{\lambda d}} + \frac{\frac{Abd2}{Ad2}}{\frac{d2}{\lambda ti}} + \frac{\frac{Abd2}{Ad2}}{\frac{d2}{\lambda d}} = \frac{\frac{0,112}{0,144}}{\frac{0,16}{0,035}} + \frac{\frac{0,0064}{0,144}}{\frac{0,16}{0,18}} + \frac{\frac{0,019}{0,144}}{\frac{0,16}{0,035}} + \frac{\frac{0,0064}{0,144}}{\frac{0,16}{0,18}} = 0,299$$

$$\frac{1}{R2} = 0,299$$

$$R2 = 3,344 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$$

$$R1 = \frac{0,02}{0,13} = 0,154 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$$

$$R3 = \frac{0,07}{0,035} = 2,0 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$$

$$R4 = \frac{0,0027}{0,59} = 0,0046 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$$

$$R5 = \frac{0,013}{0,35} = 0,037 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$$

$$R^{II} = R5 + R4 + R3 + R2 + R1 = 5,54 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$$

Podmínky:

$$\left(\frac{R^I}{R^{II}}\right) < 1,25 \quad 1,101 < 1,25 \quad \checkmark \quad \text{vyhoví}$$

$$\left(\frac{R^{II}}{R^I}\right) > 0,8 \quad 0,908 > 0,8 \quad \checkmark \quad \text{vyhoví}$$

$$R = \frac{R^I + 2R^{II}}{3} = \frac{6,098 + 2 \cdot 5,54}{3} = 5,726 \, \text{m}^2 \cdot \text{K/W}$$

$$R_T = R_{si} + R + R_{se} = 0,10 + 5,726 + 0,10 = 5,926 \, \text{m}^2 \cdot \text{K/W}$$

$$U = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{5,926} = 0,169 \, \text{W/m}^2 \cdot \text{K}$$

$$U_{N,20} = 0,36 \, \text{W/m}^2 \cdot \text{K} \quad \checkmark \quad \text{vyhoví} \quad U_{\text{rec},20} = 0,20 \, \text{W/m}^2 \cdot \text{K} \quad \checkmark \quad \text{vyhoví}$$

$$\Theta_{s,\min} = \Theta_{ai} - U \cdot R_{si} \cdot (\Theta_{ai} - \Theta_e) = 20,3 - 0,169 \cdot 0,25 \cdot (20,3 + 17) = 18,724 \, ^\circ\text{C}$$

$$fR_{si} = \frac{\Theta_{si,\min} - \Theta_e}{\Theta_{ai} - \Theta_e} = \frac{18,724 - (-17)}{20,3 - (-17)} = 0,958$$

$$fR_{si,cr} = 1 - \frac{237,3 + 2,1 \cdot \Theta_{ai}}{\Theta_{ai} - \Theta_e} \cdot \frac{1}{1,1 - \frac{17,269}{\ln\left(\frac{\varphi^i}{\varphi_{si,cr}^i}\right)}} = 1 - \frac{237,3 + 2,1 \cdot 20,3}{20,3 - (-17)} \cdot \frac{1}{1,1 - \frac{17,269}{\ln\left(\frac{0,5}{0,85}\right)}} = 0,777$$

$$fR_{si} \geq fR_{si,N} \quad 0,958 \geq 0,777 \quad \checkmark \quad \text{vyhoví}$$

S5 - PLOCHÁ JEDNOPLÁŠŤOVÁ STŘECHA S KLASICKÝM USPOŘÁDÁNÍM VRSTEV, IZOLACE MECHANICKY KOTVENÁ, SKLON 1,5%

OZN.	FUNKCE VRSTVY	MATERIÁL	VÝROBCE	TL. [m]	λ [W/mK]	ρ [kg/m ³]
1	HLAVNÍ VODOTĚSNÍCÍ VRSTVA	STŘEŠNÍ FÓLIE NA BÁZI PVC- P VYZTUŽENÁ POLYESTEROVOU MŘÍŽKOU	FATRAFOL 810	0,02	0,141	2,54 [kg/m ²]
2	SPÁDOVÁ	TEPELNĚ IZOLAČNÍ SPÁDOVÉ KLÍNY, Z PĚNOVÉHO POLYSTYRENU	EPS 100 S, STABIL, BACHL	0,03- 0,12	0,35	38,5

3	TEPELNÁ IZOLACE	TEPELNÁ IZOLACE Z DESEK PĚNOVÉHO POLYSTYRENO	EPS 150 S, ISOVER	0,08	0,35	38,5
4		TEPELNÁ IZOLACE Z DESEK PĚNOVÉHO POLYSTYRENO	EPS 150 S, ISOVER	0,1	0,35	38,5
5	STROPNÍ KONSTRUKCE	BETONOVÝ STROPNÍ SYSTÉM TRESK + BETON C 16/20	TRESK	0,25	1,5	2500
6	POHLEDOVÁ A	JÁDROVÁ OMÍTKA RUČNÍ	CEMIX	0,015	0,79	1600
7	OCHRANNÁ	VNITŘNÍ ŠTUK JEMNÝ	CEMIX	0,002	0,56	1400

$$R = \frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \frac{d_3}{\lambda_3} + \frac{d_4}{\lambda_4} + \frac{d_5}{\lambda_5} + \frac{d_6}{\lambda_6} + \frac{d_7}{\lambda_7} = \frac{0,02}{0,141} + \frac{0,03}{0,035} + \frac{0,080}{0,035} + \frac{0,10}{0,035} + \frac{0,25}{1,5} + \frac{0,015}{0,79} + \frac{0,002}{0,56} =$$

$$= 6,33 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$$

$$R_T = R_{si} + R + R_{se} = 0,10 + 6,33 + 0,04 = 6,47 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$$

$$U = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{6,47} = 0,155 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$$

$$U_{N,20} = 0,24 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K} \quad \checkmark \quad \text{vyhoví} \quad U_{\text{rec},20} = 0,16 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K} \quad \checkmark \quad \text{vyhoví}$$

$$\theta_{s,min} = \theta_{ai} - U \cdot R_{si} \cdot (\theta_{ai} - \theta_e) = 10 - 0,155 \cdot 0,25 \cdot (10 + 17) = 8,954 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$fR_{si} = \frac{\theta_{si,min} - \theta_e}{\theta_{ai} - \theta_e} = \frac{8,954 - (-17)}{10 - (-17)} = 0,961$$

$$fR_{si,cr} = 1 - \frac{237,3 + 2,1 \cdot \theta_{ai}}{\theta_{ai} - \theta_e} \cdot \frac{1}{1,1 - \frac{17,269}{\ln\left(\frac{\varphi_i}{\varphi_{si,cr}}\right)}} = 1 - \frac{237,3 + 2,1 \cdot 10}{10 - (-17)} \cdot \frac{1}{1,1 - \frac{17,269}{\ln\left(\frac{0,5}{0,85}\right)}} =$$

$$= 0,716$$

$$fR_{si} \geq fR_{si,N} \quad 0,961 \geq 0,716 \quad \checkmark \quad \text{vyhoví}$$

F1 - OBVODOVÁ ZATEPLENÁ STĚNA - ETICS						
OZN.	FUNKCE VRSTVY	MATERIÁL	VÝROBCE	TL. [m]	λ [W/mK]	ρ [kg/m ³]
1	POHLEDOVÁ A	VNITŘNÍ ŠTUK JEMNÝ	CEMIX	0,002	0,56	1400
2	OCHRANNÁ	JÁDROVÁ OMÍTKA RUČNÍ	CEMIX	0,015	0,79	1600
3	NOSNÁ	NOSNÉ OBVODOVÉ ZDIVO, CIHELNÉ BLOKY, PEVNOST P10/15	POROTHERM 30 P+D, WIENEGER	0,3	0,25	850
4	SPOJOVACÍ	LEPIDLO NA ZATEPLOVACÍ SYSTÉM ETICS	LEPÍČÍ A STĚRKOVACÍ	0,005	0,57	1350

			HMOTA 135Š ,CEMIX			
5	TEPELNÁ IZOLACE	IZOLAČNÍ DESKY Z KAMENNÉ VLNY, VLÁKNA ROVNOBĚŽNĚ S POVRCHEM DESKY	FASROCK, ROCKWOOL	0,2	0,039	217
6	ARMOVACÍ, PODKLADNÍ	LEPÍČÍ A STĚRKOVÁ HMOTA + SKLOVLÁKNITÁ ARMOVACÍ SÍŤKA	LEPÍČÍ A STĚRKOVACÍ HMOTA 135Š ,CEMIX PERLINKA R 131	0,005	0,57	1350
7	POHLEDOVÁ A OCHRANNÁ	SILIKONOVÁ OMÍTKA	SILIKONOVÁ OMÍTKA, ZRNITOST 1,5 mm, BEK	0,002	0,57	1350

$$R = \frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \frac{d_3}{\lambda_3} + \frac{d_4}{\lambda_4} + \frac{d_5}{\lambda_5} + \frac{d_6}{\lambda_6} + \frac{d_7}{\lambda_7} = \frac{0,002}{0,56} + \frac{0,015}{0,79} + \frac{0,3}{0,25} + \frac{0,005}{0,57} + \frac{0,2}{0,039} + \frac{0,005}{0,57} + \frac{0,002}{0,57} =$$

$$= 6,372 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$$

$$R_T = R_{si} + R + R_{se} = 0,13 + 6,372 + 0,04 = 6,542 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$$

$$U = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{6,542} = 0,153 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$$

$$U_{N,20} = 0,30 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K} \quad \checkmark \quad \text{vyhoví} \quad U_{\text{rec},20} = 0,25 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K} \quad \checkmark \quad \text{vyhoví}$$

$$\theta_{s,\min} = \theta_{ai} - U \cdot R_{si} \cdot (\theta_{ai} - \theta_e) = 20,3 - 0,153 \cdot 0,25 \cdot (20,3 + 17) = 18,873 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$fR_{si} = \frac{\theta_{si,\min} - \theta_e}{\theta_{ai} - \theta_e} = \frac{18,873 - (-17)}{20,3 - (-17)} = 0,962$$

$$fR_{si,cr} = 1 - \frac{237,3 + 2,1 \cdot \theta_{ai}}{\theta_{ai} - \theta_e} \cdot \frac{1}{1,1 - \frac{17,269}{\ln\left(\frac{\varphi_{i,cr}}{\varphi_{si,cr}}\right)}} = 1 - \frac{237,3 + 2,1 \cdot 20,3}{20,3 - (-17)} \cdot \frac{1}{1,1 - \frac{17,269}{\ln\left(\frac{0,5}{0,85}\right)}} =$$

$$= 0,777$$

$$fR_{si} \geq fR_{si,N} \quad 0,962 \geq 0,777 \quad \checkmark \quad \text{vyhoví}$$

F2 - OBVODOVÁ ZATEPLENÁ STĚNA - PROVĚTRÁVANÁ - DŘEVĚNÝ OBKLAD						
OZN.	FUNKCE VRSTVY	MATERIÁL	VÝROBCE	TL. [m]	λ [W/mK]	ρ [kg/m ³]
1	POHLEDOVÁ A OCHRANNÁ	VNITŘNÍ ŠTUK JEMNÝ	CEMIX	0,002	0,56	1400
2		JÁDROVÁ OMÍTKA RUČNÍ	CEMIX	0,015	0,79	1600
3	NOSNÁ	NOSNÉ OBVODOVÉ ZDIVO, CIHELNÉ BLOKY, PEVNOST P10/15	POROTHERM 30 P+D, WIENEBERGER	0,3	0,25	850

4	SPOJOVACÍ	LEPIDLO NA ZATEPLOVACÍ SYSTÉM ETICS	LEPÍČÍ A STĚRKOVACÍ HMOTA 135Š, CEMIX	0,005	0,57	1350
5	TEPELNÁ IZOLACE	IZOLAČNÍ DESKY Z KAMENNÉ VLNY,	AIRROCK HD, ROCKWOOL	0,2	0,036	217

$$R = \frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \frac{d_3}{\lambda_3} + \frac{d_4}{\lambda_4} + \frac{d_5}{\lambda_5} = \frac{0,002}{0,56} + \frac{0,015}{0,79} + \frac{0,3}{0,25} + \frac{0,005}{0,57} + \frac{0,2}{0,036} =$$

$$= 6,786 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$$

$$R_T = R_{si} + R + R_{se} = 0,13 + 6,786 + 0,04 = 6,956 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$$

$$U = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{6,956} = 0,144 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$$

$$U_{N,20} = 0,30 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K} \quad \checkmark \quad \text{vyhoví} \quad U_{\text{rec},20} = 0,25 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K} \quad \checkmark \quad \text{vyhoví}$$

$$\theta_{s,min} = \theta_{ai} - U \cdot R_{si} \cdot (\theta_{ai} - \theta_e) = 20,3 - 0,144 \cdot 0,25 \cdot (20,3 + 17) = 18,957 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$fR_{si} = \frac{\theta_{si,min} - \theta_e}{\theta_{ai} - \theta_e} = \frac{18,957 - (-17)}{20,3 - (-17)} = 0,964$$

$$fR_{si,cr} = 1 - \frac{237,3 + 2,1 \cdot \theta_{ai}}{\theta_{ai} - \theta_e} \cdot \frac{1}{1,1 - \frac{17,269}{\ln\left(\frac{\varphi_i}{\varphi_{si,cr}}\right)}} = 1 - \frac{237,3 + 2,1 \cdot 20,3}{20,3 - (-17)} \cdot \frac{1}{1,1 - \frac{17,269}{\ln\left(\frac{0,5}{0,85}\right)}} =$$

$$= 0,777$$

$$fR_{si} \geq fR_{si,N} \quad 0,964 \geq 0,777 \quad \checkmark \quad \text{vyhoví}$$

S8 - PODLAHA NAD EXTERIÉREM S PODLAHOVÝM VYTÁPĚNÍM - NÁŠLAPNÁ VRSTVA VINYL						
OZN.	FUNKCE VRSTVY	MATERIÁL	VÝROBCE	TL. [m]	λ [W/mK]	ρ [kg/m ³]
1	NÁŠLAPNÁ	VINYLOVÁ PODLAHA	FATRA	0,003	0,088	9,3 [kg/m ²]
2	ROZNÁŠECÍ	SAMONIVELAČNÍ BETONOVÝ POTĚR	FLOORPACT, HOLCIM	0,053	1,3	2200
3	TEPELNÁ IZOLACE S RASTREM	PĚNOVÝ POLYSTYREN EPS 200 S RASTREM PRO PODLAHOVÉ VYTÁPĚNÍ	STYROTRADE	0,05	0,035	18

4	TEPELNÁ IZOLACE	PĚNOVÝ POLYSTYREN EPS 150 S	ISOVER	0,04	0,35	18
5	STROPNÍ KONSTRUKCE	BETONOVÝ STROPNÍ SYSTÉM TRESK + BETON C 16/20	TRESK	0,25	1,5	2500
6	TEPELNÁ IZOLACE	IZOLAČNÍ DESKY Z KAMENNÉ VLNY, VLÁKNA ROVNOBĚŽNĚ S POVRCHEM DESKY	FASROCK, ROCKWOOL	0,2	0,039	217
7	ARMOVACÍ, PODKLADNÍ	LEPÍČÍ A STĚRKOVÁ HMOTA + SKLOVLÁKNITÁ ARMOVACÍ SÍŤKA	HMOTA 135Š ,CEMIX PERLINKA R 131	0,005	0,57	1350
8	POHLEDOVÁ A OCHRANNÁ	SILIKONOVÁ OMÍTKA	ZRNITOST 1,5 mm, BEK	0,002	0,57	1350

$$R = \frac{d1}{\lambda1} + \frac{d2}{\lambda2} + \frac{d3}{\lambda3} + \frac{d4}{\lambda4} + \frac{d5}{\lambda5} + \frac{d6}{\lambda6} + \frac{d7}{\lambda7} + \frac{d8}{\lambda8}$$

$$= \frac{0,003}{0,088} + \frac{0,053}{1,3} + \frac{0,05}{0,035} + \frac{0,04}{0,035} + \frac{0,25}{1,5} + \frac{0,15}{0,039} + \frac{0,005}{0,57} + \frac{0,002}{0,57} = 6,67 m^2 \cdot K/W$$

$$R_T = R_{si} + R + R_{se} = 0,13 + 6,67 + 0,04 = 6,67 m^2 \cdot K/W$$

$$U = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{6,67} = 0,15 W/m^2 \cdot K$$

$$U_{N,20} = 0,24 W/m^2 \cdot K \quad \checkmark \quad \text{vyhoví}$$

$$U_{rec,20} = 0,16 W/m^2 \cdot K \quad \checkmark \quad \text{vyhoví}$$

$$\theta_{s,min} = \theta_{ai} - U \cdot R_{si} \cdot (\theta_{ai} - \theta_e) = 20,3 - 0,15 \cdot 0,25 \cdot (20,3 + 17) = 18,901 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$fR_{si} = \frac{\theta_{si,min} - \theta_e}{\theta_{ai} - \theta_e} = \frac{18,901 - (-17)}{20,3 - (-17)} = 0,963$$

$$fR_{si,cr} = 1 - \frac{237,3 + 2,1 \cdot \theta_{ai}}{\theta_{ai} - \theta_e} \cdot \frac{1}{1,1 - \frac{17,269}{\ln\left(\frac{\varphi_{si}}{\varphi_{si,cr}}\right)}} = 1 - \frac{237,3 + 2,1 \cdot 20,3}{20,3 - (-17)} \cdot \frac{1}{1,1 - \frac{17,269}{\ln\left(\frac{0,5}{0,85}\right)}} = 0,777$$

$$fR_{si} \geq fR_{si,N} \quad 0,963 \geq 0,777 \quad \checkmark \quad \text{vyhoví}$$

S6 - PODLAHA S PODLAHOVÝM VYTÁPĚNÍM NA ZEMINĚ - NÁŠLAPNÁ VRSTVA VINYL						
OZN.	FUNKCE VRSTVY	MATERIÁL	VÝROBCE	TL. [m]	λ [W/mK]	ρ [kg/m ³]
1	NÁŠLAPNÁ	VINYLOVÁ PODLAHA	FATRA	0,003	0,088	9,3 [kg/m ²]

2	ROZNÁŠECÍ	SAMONIVELAČNÍ BETONOVÝ POTĚR	BETONOVÝ POTĚR FLOORPACT, HOLCIM	0,053	1,3	2200
3	TEPELNÁ IZOLACE S RASTREM PRO PODLAHOVÉ TOPENÍ	PĚNOVÝ POLYSTYREN EPS 200 S RASTREM PRO PODLAHOVÉ VYTÁPĚNÍ	STYROTRADE	0,05	0,035	18
4	TEPELNÁ IZOLACE	PĚNOVÝ POLYSTYREN EPS 150 S	ISOVER	0,09	0,035	18
5	ROZNÁŠECÍ	BETONOVÁ DESKA, BETON C 16/20 XOS3, KONZISTENCE MĚKKÁ, ZRNITOST KAMENIVA DO 16 mm, + KARI SÍŤ Ø 8 mm S OKY 100 x 100 mm,		0,07	1,5	2500

$$R = \frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \frac{d_3}{\lambda_3} + \frac{d_4}{\lambda_4} + \frac{d_5}{\lambda_5} = \frac{0,003}{0,088} + \frac{0,053}{1,3} + \frac{0,05}{0,035} + \frac{0,09}{0,035} + \frac{0,07}{1,5} =$$

$$= 4,12 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$$

$$R_T = R_{si} + R + R_{se} = 0,17 + 4,12 + 0,04 = 4,33 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$$

$$U = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{4,33} = 0,23 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$$

$$U_{N,20} = 0,45 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K} \quad \checkmark \quad \text{vyhoví} \quad U_{\text{rec},20} = 0,30 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K} \quad \checkmark \quad \text{vyhoví}$$

$$\Theta_{s, \min} = \Theta_{ai} - U \cdot R_{si} \cdot (\Theta_{ai} - \Theta_e) = 20,3 - 0,23 \cdot 0,25 \cdot (20,3 - 0) = 19,133 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$fR_{si} = \frac{\Theta_{si, \min} - \Theta_e}{\Theta_{ai} - \Theta_e} = \frac{19,133 - 0}{20,3 - 0} = 0,943$$

$$fR_{si, cr} = 1 - \frac{237,3 + 2,1 \cdot \Theta_{ai}}{\Theta_{ai} - \Theta_e} \cdot \frac{1}{1,1 - \frac{17,269}{\ln\left(\frac{\varphi_i}{\varphi_{si, cr}}\right)}} = 1 - \frac{237,3 + 2,1 \cdot 20,3}{20,3 - 0} \cdot \frac{1}{1,1 - \frac{17,269}{\ln\left(\frac{0,5}{0,85}\right)}} =$$

$$= 0,777$$

$$fR_{si} \geq fR_{si, N} \quad 0,943 \geq 0,59 \quad \checkmark \quad \text{vyhoví}$$

S7 - PODLAHA S PODLAHOVÝM VYTÁPĚNÍM NA ZEMINĚ - NÁŠLAPNÁ VRSTVA KERAMICKÁ DLAŽBA						
OZN.	FUNKCE VRSTVY	MATERIÁL	VÝROBCE	TL. [m]	λ [W/mK]	ρ [kg/m ³]
1	NÁŠLAPNÁ	KERAMICKÁ DALŽBA	RAKO	0,007	1,01	2000
2	SPOJOVACÍ	LEPIDLO NA OBKLADY A DLAŽBU	QUATRZ KLASIK, DEN BRAVEN	0,002	0,57	1600

3	ROZNÁŠECÍ	SAMONIVELAČNÍ BETONOVÝ POTĚR	BETONOVÝ POTĚR FLOORPACT, HOLCIM	0,053	1,3	2200
4	TEPELNÁ IZOLACE S RASTREM PRO PODLAHOVÉ TOPENÍ	PĚNOVÝ POLYSTYREN EPS 200 S RASTREM PRO PODLAHOVÉ VYTÁPĚNÍ	STYROTRADE	0,05	0,035	18
5	TEPELNÁ IZOLACE	PĚNOVÝ POLYSTYREN EPS 150 S	ISOVER	0,09	0,035	18
6	ROZNÁŠECÍ	BETONOVÁ DESKA, BETON C 16/20 XOS3, KONZISTENCE MĚKKÁ, ZRNITOST KAMENIVA DO 16 mm, + KARI SÍŤ Ø 8 mm S OKY 100 x 100 mm,		0,07	1,5	2500

$$R = \frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \frac{d_3}{\lambda_3} + \frac{d_4}{\lambda_4} + \frac{d_5}{\lambda_5} + \frac{d_6}{\lambda_6} = \frac{0,007}{1,01} + \frac{0,002}{0,57} + \frac{0,053}{1,3} + \frac{0,05}{0,035} + \frac{0,09}{0,035} + \frac{0,07}{1,5} =$$

$$= 4,1 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$$

$$R_T = R_{si} + R + R_{se} = 0,17 + 4,1 + 0,04 = 4,31 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$$

$$U = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{4,31} = 0,232 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$$

$$U_{N,20} = 0,45 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K} \quad \checkmark \quad \text{vyhoví} \quad U_{\text{rec},20} = 0,30 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K} \quad \checkmark \quad \text{vyhoví}$$

$$\theta_{s,min} = \theta_{ai} - U \cdot R_{si} \cdot (\theta_{ai} - \theta_e) = 20,3 - 0,232 \cdot 0,25 \cdot (20,3 - 0) = 19,122 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$f_{Rsi} = \frac{\theta_{si,min} - \theta_e}{\theta_{ai} - \theta_e} = \frac{19,122 - 0}{20,3 - 0} = 0,942$$

$$f_{Rsi,cr} = 1 - \frac{237,3 + 2,1 \cdot \theta_{ai}}{\theta_{ai} - \theta_e} \cdot \frac{1}{1,1 - \frac{17,269}{\ln\left(\frac{\varphi_i}{\varphi_{si,cr}}\right)}} = 1 - \frac{237,3 + 2,1 \cdot 20,3}{20,3 - 0} \cdot \frac{1}{1,1 - \frac{17,269}{\ln\left(\frac{0,5}{0,85}\right)}} =$$

$$= 0,777$$

$$f_{Rsi} \geq f_{Rsi,N} \quad 0,942 \geq 0,59 \quad \checkmark \quad \text{vyhoví}$$

VÝPOČET ENERGETICKÝ ŠTÍTEK BUDOVY

Prostup tepla obálkou budovy

$$HT = \Sigma(A_j \cdot U_j \cdot b_j) + A \cdot \Delta U_{t,bm}$$

$$\begin{aligned}
 HT = & [(11,31 \cdot 0,144 \cdot 1,0) + (21045 \cdot 0,9 \cdot 1,15) + (53,745 \cdot 0,15 \cdot 1,0) + (22,605 \cdot 0,9 \cdot 1,15) \\
 & + (38,7 \cdot 0,153 \cdot 1,0) + (0,5 \cdot 0,9 \cdot 1,15) + (24,6 \cdot 0,153 \cdot 1,0) + (6,2 \cdot 0,9 \cdot 1,15) \\
 & + (25,9 \cdot 0,153 \cdot 1,0) + (23,695 \cdot 0,153 \cdot 1,0) + (2,93 \cdot 0,9 \cdot 1,15) \\
 & + (65,2 \cdot 0,169 \cdot 1,0) + (66,15 \cdot 0,169 \cdot 0,74)) + (5,4 \cdot 0,9 \cdot 1,15) + (75,9 \cdot 0,155 \\
 & \cdot 1,0) + (17,268 \cdot 0,15 \cdot 1,0) + (183 \cdot 0,23 \cdot 0,66)] = 149,538 + 644,6 \cdot 0,1 \\
 & = 213,998 \text{ W/K}
 \end{aligned}$$

$$U_{em} = \frac{HT}{A} = \frac{213,998}{644,6} = 0,332 \text{ W/m}^2 \cdot K$$

$$STN = \frac{100 \cdot U_{em}}{U_{em,N}} = \frac{100 \cdot 0,332}{0,8} = 41,5 \% \quad \rightarrow \quad \text{energetická náročnost } \mathbf{B} - \text{velmi úsporná}$$

$$\frac{A}{V} = \frac{183}{882,4} = 0,207$$

$$U_{em,N,rq} = 0,80 \text{ W/m}^2 \cdot K$$

$$U_{em,N,cr} = 0,58 \text{ W/m}^2 \cdot K$$

$$U_{em} \leq U_{em,N,rq} \quad 0,332 \leq 0,80 \quad [W/m^2 \cdot K] \quad \checkmark \quad \text{vyhoví}$$