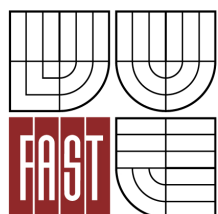




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV POZEMNÍHO STAVITELSTVÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF BUILDING STRUCTURES

C2.02 – TEPELNĚ TECHNICKÉ VÝPOČTY

RODINNÝ DŮM
FAMILY HOUSE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Ondřej Groh

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. TOMÁŠ HLAVAČKA

BRNO 2012

VÝPOČET SOUČINITELE PROSTUPU TEPLA U								
Konstrukce	č.v.	Materiál	d [m]	λ [W.m ⁻¹ .K ⁻¹]	R [m ² .K.W ⁻¹]	R _{si} [m ² .K.W ⁻¹]	R _{se} [m ² .K.W ⁻¹]	U [W/(m ² .K)]
S9 Obvodová kce:	1	Omítka Porotherm universal	0,005	0,800	0,006	0,13	0,04	0,201
	2	Omítka Porotherm TO	0,035	0,100	0,350			
	3	Porotherm 44 EKO +	0,440	0,099	4,444			
	4	Omítka Porotehrm universal	0,010	0,800	0,013			
				ΣR	4,813	R _T =	4,983	
Celkový prostup tepla konstrukcí			U=0,201 [W/(m2.K)]					
Doporučený prostup tepla konstrukcí			U _{rec,20} =0,250 [W/(m2.K)]					
Požadovaný prostup tepla konsrukci			U _{N,20} =0,300 [W/(m2.K)]		U<U _{N,20} - VYHOVUJE POŽADAVKŮM ČSN 73 0540-2/2011			

VÝPOČET SOUČINITELE PROSTUPU TEPLA U								
Konstrukce	č.v.	Materiál	d [m]	λ [W.m ⁻¹ .K ⁻¹]	R [m ² .K.W ⁻¹]	R _{si} [m ² .K.W ⁻¹]	R _{se} [m ² .K.W ⁻¹]	U [W/(m ² .K)]
S3 Podlahová kce.	1	Laminátová podlaha	0,010	0,180	0,056	0,17	0	0,260
	2	Tlumící podložka benefloor	0,002	0,045	0,044			
	3	OSB deska	0,015	0,110	0,136			
	4	Tlumící podložka benefloor	0,002	0,045	0,044			
	5	OSB deska	0,015	0,110	0,136			
	6	TI isover EPS	0,100	0,031	3,226			
	7	HI Souvrství	0,007	0,200	0,035			
				ΣR	3,678	R _T =	3,848	
Celkový prostup tepla konstrukcí			U=0,260 [W/(m2.K)]					
Doporučený prostup tepla konstrukcí			U _{rec,20} =0,300 [W/(m2.K)]					
Požadovaný prostup tepla konsrukcí			U _{N,20} =0,450 [W/(m2.K)]		U<U _{N,20} - VYHOVUJE POŽADAVKŮM ČSN 73 0540-2/2011			

VÝPOČET SOUČINITELE PROSTUPU TEPLA U								
Konstrukce	č.v.	Materiál	d [m]	λ [W.m ⁻¹ .K ⁻¹]	R [m ² .K.W ⁻¹]	R _{si} [m ² .K.W ⁻¹]	R _{se} [m ² .K.W ⁻¹]	U [W/(m ² .K)]
S5 Střešní kce.	1	H.I. Z PVC	0,002	0,200	0,010	0,10	0,04	0,160
	2	Spádová izolace Rockfall	0,020	0,038	0,526			
	3	TI Rockwool monrock max	0,200	0,038	5,263			
	4	Parozábrana	0,003	0,200	0,015			
	5	Strop Protherm MIAKO	0,250	-	0,290			
	6	Omítka Porotehrm universal	0,010	0,800	0,013			
				ΣR	6,117	R _T =	6,257	
Celkový prostup tepla konstrukcí			U=0,160 [W/(m2.K)]					
Doporučený prostup tepla konstrukcí			U _{rec,20} =0,160 [W/(m2.K)]					
Požadovaný prostup tepla konsrukci			U _{N,20} =0,240 [W/(m2.K)] U<U _{N,20} - VYHOVUJE POŽADAVKŮM ČSN 73 0540-2/2011					

VÝPOČET SOUČINITELE PROSTUPU TEPLA U								
Konstrukce	č.v.	Materiál	d [m]	λ [W.m ⁻¹ .K ⁻¹]	R [m ² .K.W ⁻¹]	R _{si} [m ² .K.W ⁻¹]	R _{se} [m ² .K.W ⁻¹]	U [W/(m ² .K)]
S7 Podlahová kce.	1	Keramická dlažba	0,005	0,180	0,028	0,17	0	0,287
	2	Lepidlo Unifix	0,002	-	-			
	3	HI stěrka	0,002	0,200	0,010			
	4	Betonová mazanina	0,002	1,160	0,002			
	5	PE folie	0,003	0,200	0,015			
	6	TI isover EPS	0,100	0,031	3,226			
	7	HI Souvrství	0,007	0,200	0,035			
				ΣR	3,315	R _T =	3,485	
Celkový prostup tepla konstrukcí			U=0,287 [W/(m2.K)]					
Doporučený prostup tepla konstrukcí			U _{rec,20} =0,300 [W/(m2.K)]					
Požadovaný prostup tepla konsrukci			U _{N,20} =0,450 [W/(m2.K)] U<U _{N,20} - VYHOVUJE POŽADAVKŮM ČSN 73 0540-2/2011					

NEJNIŽŠÍ TEPLOTA NA POVRCHU KONSTRUKCE,TEPLOTNÍ FAKTOR VNITŘNÍHO POVRCHU								
Konstrukce	č.v.	Materiál	d [m]	λ [W.m ⁻¹ .K ⁻¹]	R [m ² .K.W ⁻¹]	R _{si} [m ² .K.W ⁻¹]	R _{se} [m ² .K.W ⁻¹]	U [W/(m ² .K)]
S9 Obvodová kce:	1	Omítka Porotherm universal	0,005	0,800	0,006	0,25	0,04	0,196
	2	Omítka Porotherm TO	0,035	0,100	0,350			
	3	Porotherm 44 EKO +	0,440	0,099	4,444			
	4	Omítka Porotehrm universal	0,010	0,800	0,013			
				ΣR	4,813	R _T =	5,103	

$$\theta_{ai} = \theta_i + \Delta\theta_{ai} = 20 + 1 = 21^\circ\text{C}$$

$$\Delta\theta_{ai} = 1^\circ\text{C}$$

$$\theta_{si,min} = \theta_{ai} - U \cdot R_{si} (\theta_{ai} - \theta_e) = 21 - 0,201 \cdot 0,25 \cdot (21 - (-15)) = 19,236^\circ\text{C}$$

$$\theta_i = 20^\circ\text{C}$$

$$f_{Rsi} = (\theta_{si,min} - \theta_e) / (\theta_{ai} - \theta_e) = 19,236 - (-15) / 21 - (-15) = 0,951$$

$$\theta_e = -15^\circ\text{C}$$

Podmínka: $f_{Rsi} > f_{Rsi,N}$ 0,951 > 0,749 **VYHOVUJE** dle ČSN 73 0504-2/2011

$$f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} \text{ dle tab. 1 ČSN 73 0540-2/2011}$$

$$f_{Rsi,cr} = 0,749$$

NEJNIŽŠÍ TEPLOTA NA POVRCHU KONSTRUKCE, TEPLOTNÍ FAKTOR VNITŘNÍHO POVRCHU								
Konstrukce	č.v.	Materiál	d [m]	λ [W.m ⁻¹ .K ⁻¹]	R [m ² .K.W ⁻¹]	R _{si} [m ² .K.W ⁻¹]	R _{se} [m ² .K.W ⁻¹]	U [W/(m ² .K)]
S3 Podlahová kce.	1	Laminátová podlaha	0,010	0,180	0,056	0,25	0	0,255
	2	Tlumící podložka benefloor	0,002	0,045	0,044			
	3	OSB deska	0,015	0,110	0,136			
	4	Tlumící podložka benefloor	0,002	0,045	0,044			
	5	OSB deska	0,015	0,110	0,136			
	6	TI isover EPS	0,100	0,031	3,226			
	7	HI Souvrství	0,007	0,200	0,035			
				ΣR	3,678	R _T =	3,928	

$$\theta_{ai} = \theta_i + \Delta\theta_{ai} = 20 + 1 = 21^\circ\text{C}$$

$$\Delta\theta_{ai} = 1^\circ\text{C}$$

$$\theta_{si,min} = \theta_{ai} - U \cdot R_{si} (\theta_{ai} - \theta_e) = 21 - 0,255 \cdot 0,25 \cdot (21 - (+5)) = 19,98^\circ\text{C}$$

$$\theta_i = 20^\circ\text{C}$$

$$\theta_e = -15^\circ\text{C}$$

$$f_{Rsi} = (\theta_{si,min} - \theta_e) / (\theta_{ai} - \theta_e) = 19,98 - (+5) / 21 - (+5) = 0,936$$

Podmínka: $f_{Rsi} > f_{Rsi,N}$ 0,936 > 0,791 **VYHOVUJE** dle ČSN 73 0504-2/2011

$$f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} \text{ dle odst. 5.1.4. ČSN 73 0540-2/2011}$$

$$f_{Rsi,cr} = 1 - [(237,3 + 21 \cdot \theta_{ai}) / (\theta_{ai} - \theta_{ex})] \cdot [1 / (1,1 - 17,269 / \ln(\varphi_{i,r} / \varphi_{si,cr}))] = 0,791$$

$$\varphi_{i,r} = \varphi_i + 100 \cdot \Delta\varphi_r \cdot (\theta_e + 5) + \Delta\varphi_i = 50 + 100 \cdot 0,01(5 + 5) + 5 = 65\%$$

$$\varphi_{si,cr} = 80\%$$

$$\theta_{ex} = +5^\circ\text{C}$$

$$\varphi_i = 50\%$$

$$\Delta\varphi_r = 0,01 \text{ K}^{-1}$$

$$\Delta\varphi_i = 5\%$$

VÝPOČET SOUČINITELE PROSTUPU TEPLA U								
Konstrukce	č.v.	Materiál	d [m]	λ [W.m ⁻¹ .K ⁻¹]	R [m ² .K.W ⁻¹]	R _{si} [m ² .K.W ⁻¹]	R _{se} [m ² .K.W ⁻¹]	U [W/(m ² .K)]
S5 Střešní kce.	1	H.I. Z PVC	0,002	0,200	0,010	0,25	0,04	0,156
	2	Spádová izolace Rockfall	0,020	0,038	0,526			
	3	TI Rockwool monrock max	0,200	0,038	5,263			
	4	Parozábrana	0,003	0,200	0,015			
	5	Strop Protherm MIAKO	0,250	-	0,290			
	6	Omítka Porotehrm universal	0,010	0,800	0,013			
				ΣR	6,117	R _T =	6,407	

$$\theta_{ai} = \theta_i + \Delta\theta_{ai} = 20 + 1 = 21^\circ\text{C}$$

$$\Delta\theta_{ai} = 1^\circ\text{C}$$

$$\theta_{si,min} = \theta_{ai} - U \cdot R_{si} (\theta_{ai} - \theta_e) = 21 - 0,156 \cdot 0,25 \cdot (21 - (-15)) = 19,596^\circ\text{C}$$

$$\theta_i = 20^\circ\text{C}$$

$$\theta_e = -15^\circ\text{C}$$

$$f_{Rsi} = (\theta_{si,min} - \theta_e) / (\theta_{ai} - \theta_e) = 19,596 - (-15) / 21 - (-15) = 0,961$$

Podmínka: $f_{Rsi} > f_{Rsi,N}$ 0,961 > 0,749 **VYHOVUJE** dle ČSN 73 0504-2/2011

$$f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} \text{ dle tab. 1 ČSN 73 0540-2/2011}$$

$$f_{Rsi,cr} = 0,749$$

VÝPOČET SOUČINITELE PROSTUPU TEPLA U								
Konstrukce	č.v.	Materiál	d [m]	λ [W.m ⁻¹ .K ⁻¹]	R [m ² .K.W ⁻¹]	R _{si} [m ² .K.W ⁻¹]	R _{se} [m ² .K.W ⁻¹]	U [W/(m ² .K)]
S7 Podlahová kce.	1	Keramická dlažba	0,005	0,180	0,028	0,25	0	0,280
	2	Lepidlo Unifix	0,002	-	-			
	3	HI stěrka	0,002	0,200	0,010			
	4	Betonová mazanina	0,002	1,160	0,002			
	5	PE folie	0,003	0,200	0,015			
	6	TI isover EPS	0,100	0,031	3,226			
	7	HI Souvrství	0,007	0,200	0,035			
				ΣR	3,315	R _T =	3,565	

$$\theta_{ai} = \theta_i + \Delta\theta_{ai} = 20 + 1 = 21^\circ\text{C}$$

$$\Delta\theta_{ai} = 1^\circ\text{C}$$

$$\theta_{si,min} = \theta_{ai} - U \cdot R_{si} (\theta_{ai} - \theta_e) = 21 - 0,280 \cdot 0,25 \cdot (21 - (+5)) = 19,88^\circ\text{C}$$

$$\theta_i = 20^\circ\text{C}$$

$$f_{Rsi} = (\theta_{si,min} - \theta_e) / (\theta_{ai} - \theta_e) = 19,88 - (+5) / 21 - (+5) = 0,93$$

$$\theta_e = -15^\circ\text{C}$$

Podmínka: $f_{Rsi} > f_{Rsi,N}$ 0,93 > 0,791 **VYHOVUJE** dle ČSN 73 0504-2/2011

$f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr}$ dle odst. 5.1.4. ČSN 73 0540-2/2011

$$f_{Rsi,cr} = 1 - [(237,3 + 21 \cdot \theta_{ai}) / (\theta_{ai} - \theta_{ex})] \cdot [1 / (1,1 - 17,269 / \ln(\varphi_{i,r} / \varphi_{si,cr}))] = 0,791$$

$$\varphi_{i,r} = \varphi_i + 100 \cdot \Delta\varphi_r \cdot (\theta_e + 5) + \Delta\varphi_i = 50 + 100 \cdot 0,01(5 + 5) + 5 = 65\%$$

$$\varphi_{si,cr} = 80\%$$

$$\theta_{ex} = +5^\circ\text{C}$$

$$\varphi_i = 50\%$$

$$\Delta\varphi_r = 0,01 \text{ K}^{-1}$$

$$\Delta\varphi_i = 5\%$$

Protokol k energetickému štítku obálky budovy

Identifikační údaje

Druh stavby Adresa (místo, ulice, číslo, PSČ) Katastrální území a katastrální číslo Provozovatel, popř. budoucí provozovatel	Rodinný dům ul. Pod kaplí, Brno-Soběšice 644 00 Brno-Soběšice, p.č.: 410 Radovan Smola
Vlastník nebo společenství vlastníků, popř. stavebník Adresa Telefon / E-mail	Radovan Smola Milady Horákové 21 Brno, 612 00 732254126, smola.r@seznam.cz

Charakteristika budovy

Objem budovy V - vnější objem vytápěné zóny budovy, nezahrnuje lodžie, římsy, atiky a základy	808,921 m ³
Celková plocha A obálky budovy - součet vnějších ploch ochlazovaných konstrukcí ohraničujících objem budovy	555,58 m ²
Celková podlahová plocha A_c	265,22 m ²
Objemový faktor tvaru budovy A / V	0,687 m ² /m ³
Převažující vnitřní teplota v topném období θ_{im}	20 °C
Venkovní návrhová teplota v zimním období θ_e	-15 °C

Charakteristika energeticky významných údajů ochlazovaných konstrukcí

Ochlazovaná konstrukce	Plocha A_i [m ²]	Součinitel (činitel) prostupu tepla U_i [W/(m ² ·K)]	Požadovaný (doporučený) součinitel prostupu tepla $U_{N,rq}$ ($U_{N,rc}$) [W/(m ² ·K)]	Činitel teplotní redukce b_i [-]	Měrná ztráta konstrukce prostupem tepla $H_{Ti} = A_i \cdot U_i \cdot b_i$ [W/K]
Obvodová stěna S9	251,235	0,201	0,3 (0,25)	1,0	50,49
Okna	39,125	0,76	1,5 (1,2)	1,0	29,74
Hlavní vstupní dveře	3,525	1,1	1,7 (1,2)	1,0	3,88
Balkonové dveře	9,27	0,76	1,7 (1,2)	1,0	7,045
Střecha S5	132,61	0,16	0,24 (0,16)	1,0	21,22
Podlaha na zemině S3	15,625	0,287	0,45 (0,3)	0,66	2,96
Podlaha na zemině S7	116,985	0,260	0,45 (0,3)	0,66	23,16
Tepelné vazby mezi konstrukcemi	ΣA_i [m ²]	$\Delta U_{t,bm}$ [W/(m ² ·K)]	-	b_i [-]	$\Sigma A_i \cdot \Delta U_{t,bm}$ [W/K]
Souhrnný vliv tepelných vazeb	555,58	0,05		1,0	27,78
Celkem					166,275

Konstrukce splňují požadavky na součinitele prostupu tepla podle ČSN 730540-2.

Dle 5.3.1 této normy se pro výplně otvorů neuplatňuje zvýšení činitele b o 15%.

Stanovení prostupu tepla obálkou

Měrná ztráta prostupem tepla $H_T = (\sum A_i \cdot U_i \cdot b_i) + A_{\Delta} \cdot U_{tm}$	166,275
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy $U_{em} = H_T / A$	0,29
Měrná ztráta prostupem tepla $H_{TN} = (\sum A_i \cdot U_{Ni} \cdot b_i) + A_{\Delta} \cdot U_{tm}$	261,12
Požadovaný průměrný součinitel prostupu tepla $U_{emN} = H_{TN} / A$	0,47
Klasifikační třída U_{em} / U_{emN}	0,62
Doporučený průměrný součinitel prostupu tepla $U_{emNrc} = 0,75 \cdot U_{emN}$	0,35

Klasifikační třídy prostupu tepla obálkou hodnocené budovy

Klasifikační třídy	Klasifikační ukazatel CI	Průměrný součinitel prostupu tepla budovy obecně	Slovní vyjádření klasifikace budovy
A	0,5 0,75 1,0 1,5 2,0 2,5	$U_{em} \leq 0,5 \cdot U_{em,N}$	Velmi úsporná
B		$0,5 \cdot U_{em,N} < U_{em} \leq 0,75 \cdot U_{em,N}$	Úsporná
C		$0,75 \cdot U_{em,N} < U_{em} \leq U_{em,N}$	Vyhovující
D		$U_{em,N} < U_{em} \leq 1,5 \cdot U_{em,N}$	Nevyhovující
E		$1,5 \cdot U_{em,N} < U_{em} \leq 2,0 \cdot U_{em,N}$	Nehospodárná
F		$2,0 \cdot U_{em,N} < U_{em} \leq 2,5 \cdot U_{em,N}$	Velmi nehospodárná
G		$U_{em} > 2,5 \cdot U_{em,N}$	Mimořádně nehospodárná

Klasifikace: **B - ÚSPORNÁ**

Datum vystavení energetického štítku obálky budovy: 23 / 5 / 2012

Zpracovatel energetického štítku obálky budovy: Ondřej Groh, Fügnerova 31, Brno 61300

IČ:

Zpracoval: Ondřej Groh

Podpis:

Tento protokol a energetický štítek obálky budovy odpovídá směrnici evropského parlamentu a rady č. 2002/91/ES a ČSN EN 15217. Byl vypracován v souladu s ČSN 73 0540-2 a podle projektové dokumentace stavby dodané objednatelem.

ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY

Rodinný dům

Hodnocení obálky

Brno-Soběšice, POD KAPLÍ

budovy

Celková podlahová plocha $A_c = 265,22 \text{ m}^2$

stávající

doporučení

CI

Velmi úsporná



A

0,5



B

0,75



C

1



D

1,5



E

2



F

2,5



G

Mimořádně neekonomická

0,29

0,35

KLASIFIKACE: VYHOVUJÍCÍ

Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy $U_{em} = H_T / A$

0,29

Požadovaný průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy podle ČSN 73 0540-2 $U_{emN} = 0,3 + 0,15 / (A/V)$

0,47

Klasifikační ukazatele CI a jim odpovídající hodnoty U_{em}

CI	0,50	0,75	1,00	1,50	2,00	2,50
U_{em}	0,24	0,35	0,47	0,71	0,94	1,18

Platnost štítku do: 22. května 2013

Datum : 23. května 2012

Jméno a příjmení : Ondřej Groh

Tento protokol a energetický štítek odpovídá směrnici evropského parlamentu a rady č. 2002/91/ES a prEN 15217.

Byl vypracován v souladu s ČSN 73 0540 a podle projektové dokumentace.