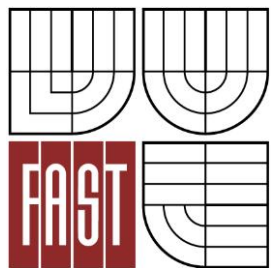




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV POZEMNÍHO STAVITELSTVÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF BUILDING STRUCTURES

RODINNÝ DŮM, LOUČKA

DETACHED FAMILY HOUSE, LOUČKA

STAVEBNÍ FYZIKA
TEPELNĚ TECHNICKÉ POSOUZENÍ

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

DAVID ONDERKA

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. JAN MÜLLER, Ph.D.

BRNO 2016

OBSAH

1. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE BUDOVY	4
2. ÚČEL POSOUZENÍ	4
3. PODKLADY PRO ZPRACOVÁNÍ	4
4. POUŽITÉ NORMY A PŘEDPISY	5
5. TECHNICKÉ ÚDAJE BUDOVY	5
5.1 KLIMATICKÉ ÚDAJE LOKALITY, OKRAJOVÉ PODMÍNKY V EXTERIÉRU A INTERIÉRU	5
5.2 CHARAKTERISTIKA OCHLAZOVANÝCH KONSTRUKCÍ BUDOVY – POPIS SKLADBY	5
5.3 CHARAKTERISTIKA KONSTRUKCÍ S POŽADAVKY NA VZDUCHOVOU NEPRŮZVUČNOST – POPIS A SKLADBY	5
6. NORMATIVNÍ POŽADAVKY	6
6.1 OCHRANA PROTI HLUKU	6
6.2 ŠÍŘENÍ TEPLA KONSTRUKCÍ A OBÁLKOU BUDOVY	6
6.2.1 POŽADAVKY NA NEJNIŽŠÍ POVRCHOVOU TEPLITU KONSTRUKCE	6
6.2.2 POŽADAVKY NA SOUČINITEL PROSTUPU TEPLA U [W/(m ² · K)]	6
6.2.3 POŽADAVKY NA PRŮMĚRNÝ SOUČINITEL PROSTUPU TEPLA U _{em} [W/(m ² · K)]	7
7. ÚDAJE O SPLNĚNÍ NORMATIVNÍCH POŽADAVKŮ	7
7.1 Z HLEDISKA TEPELNÉ TECHNIKY (DLE NORMY ČSN 73 0540)	7
7.1.1 NEJNIŽŠÍ VNITŘNÍ POVRCHOVÁ TEPLOTA θ_{si}	7
7.1.2 SOUČINITEL PROSTUPU TEPLA U	8
7.1.3 PROSTUP TEPLA OBÁLKOU BUDOVY	9
7.2 Z HLEDISKA VZDUCHOVÉ NEPRŮZVUČNOSTI (DLE NORMY ČSN 73 0532)	10
8. ZÁVĚREČNÉ ZHODNOCENÍ A NAVRŽENÁ OPATŘENÍ	10
8.1 PROTOKOL K ENERGETICKÉMU ŠTÍTKU OBÁLKY BUDOVY	10

9. DATUM, JMÉNO A PODPIS ZPRACOVATELE	14
10. PŘÍLOHY	14
PŘÍLOHA Č. 1 – VÝPOČET SOUČiniteLE PROSTUPU TEPLA.....	14
PŘÍLOHA Č. 2 – VÝPOČET NEJNIŽší POVRCHOVÉ TEPLOTY	23
PŘÍLOHA Č. 3 – VÝPOČET NEJNIŽší TEPLOTY V KOUTECH.....	25
PŘÍLOHA Č. 4 – VÝPOČET VZDUCHOVÉ NEPRŮZVUČNOSTI.....	27

1. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE BUDOVY

Název stavby: Rodinný dům, Loučka

Místo stavby: Loučka, číslo parcely: 1118/12, k. ú. Loučka

Účel stavby: Objekt pro trvalé bydlení

Konstrukční řešení:

Jedná se o samostatně stojící dvoupodlažní, nepodsklepený rodinný dům se sedlovou střechou. Objekt bude založen na základových pásech s krčky z tvarovek ztraceného bednění a podkladním betonem tloušťky 100 mm.

Nosné zdi budou vyžděny z keramických tvárnic POROTHERM 30,24 P+D a dělicí příčky budou zhotoveny z keramických tvárnic POROTHERM 11,5 P+D a ze sádkartonových desek. Objekt bude zateplen zateplovacím systémem ETICS, polystyrenové desky ($\lambda_d=0,037$ W/mK) tloušťky 150 mm. Stropy jsou řešeny ze systému POROTHERM. Sklon střechy je navržen 35°. Konstrukce krovu je tvořena novodobým kleštinovým krovem. Okna budou plastová s dvojsklem. Schodiště je deskové monolitické ze železobetonu beton C20/25 + ocel B500B.

2. ÚČEL POSOUZENÍ

Účelem posouzení je na základě požadavků vyhlášky č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby ve znění vyhlášky č. 20/2012 ověřit, zda konstrukce objektu splňují požadavky uvedené v §16 dané vyhlášky.

3. PODKLADY PRO ZPRACOVÁNÍ

Podkladem pro zpracování byly:

- studie bakalářského projektu včetně textových částí
- pracovní verze projektu ve fázi provádění stavby
- technické listy výrobců
- skladby konstrukcí

4. POUŽITÉ NORMY A PŘEDPISY

ČSN 73 0540-1:2005 – Tepelná ochrana budov – Část 1: Terminologie

ČSN 73 0540-2:2011+Z1:2012 – Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky

ČSN 73 0540-3:2005 – Tepelná ochrana budov – Část 3: Návrhové hodnoty veličin

ČSN 73 0540-4:2005 – Tepelná ochrana budov – Část 4: Výpočtové metody

ČSN 73 0532 – Akustika – Ochrana proti hluku v budovách a posuzování akustických vlastností stavebních výrobků – požadavky

5. TECHNICKÉ ÚDAJE BUDOVY

5.1 KLIMATICKÉ ÚDAJE LOKALITY, OKRAJOVÉ PODMÍNKY V EXTERIÉRU A INTERIÉRU

Lokalita: Loučka, okres Vsetín

Nadmořská výška: 436 m n. m.

Návrhová venkovní teplota θ_e : -15 °C

Návrhová vnitřní teplota θ_i : 20 °C

Výpočtová vnitřní teplota θ_{ai} : 20,6 °C

Relativní vlhkost venkovního vzduchu φ_e : 84 %

Relativní vlhkost vnitřního vzduchu φ_i : 50 %

Bezpečnostní vlhkostní přírážka $\Delta \varphi_i$: 5 %

5.2 CHARAKTERISTIKA OCHLAZOVANÝCH KONSTRUKCÍ BUDOVY – POPIS SKLADBY

Skladby posuzovaných konstrukcí viz Příloha č. 1.

5.3 CHARAKTERISTIKA KONSTRUKCÍ S POŽADAVKY NA VZDUCHOVOU NEPRŮZVUČNOST – POPIS A SKLADBY

Skladby posuzovaných konstrukcí viz Příloha č. 1.

6. NORMATIVNÍ POŽADAVKY

6.1 OCHRANA PROTI HLUKU

Podmínka: $R'_w \geq R_{w,N}$

Požadavek: Vnitřní stěny $R_{w,N} = 42$ dB

Stropy $R_{w,N} = 47$ dB

6.2 ŠÍŘENÍ TEPLA KONSTRUKCÍ A OBÁLKOU BUDOVY

6.2.1 POŽADAVKY NA NEJNIŽŠÍ POVRCHOVOU TEPLITU KONSTRUKCE

Podmínka: $f_{Rsi} \geq f_{Rsi,N}$

Požadavek: $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr}$

$f_{Rsi,N} = 0,747$

6.2.2 POŽADAVKY NA SOUČINTEL PROSTUPU TEPLA U [W/(m² · K)]

Podmínka: $U \leq U_N$

Požadavek: Tab. 1

Tab. 1 Požadované a doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla

Konstrukce	Součinitel prostupu tepla U [W/(m ² ·K)]	
	Požadované hodnoty $U_{N,20}$	Doporučené hodnoty $U_{rec,20}$
Střecha plochá a šikmá se sklonem do 45° včetně	0,24	0,16
Vnější stěna lehká (těžká)	0,30	0,25
Podlaha a stěna vytápěného prostoru k zemině	0,45	0,30
Výplň otvoru ve vnější stěně, z vytápěného do venkovního prostoru, kromě dveří	1,5	1,2
Dveřní výplň otvoru ve vnější stěně, z vytápěného do venkovního prostoru	1,7	1,2

6.2.3 POŽADAVKY NA PRŮMĚRNÝ SOUČINTEL PROSTUPU TEPLA U_{em} [$W/(m^2 \cdot K)$]

Podmínka: $U_{em} \leq U_{em,N,20}$

Požadavek: Pro budovy s převažující návrhovou vnitřní teplotou θ_{im} v intervalu 18 °C až 22 °C včetně je nejvýše 0,5 [$W/(m^2 \cdot K)$].

7. ÚDAJE O SPLNĚNÍ NORMATIVNÍCH POŽADAVKŮ

7.1 Z HLEDISKA TEPELNÉ TECHNIKY (DLE NORMY ČSN 73 0540)

7.1.1 NEJNIŽŠÍ VNITŘNÍ POVRCHOVÁ TEPLOTA θ_{si}

Tab. 2 Nejnižší vnitřní povrchová teplota v ploše konstrukce

Konstrukce	Vypočtená hodnota teplotního faktoru f_{Rsi} [-]	Požadovaná hodnota teplotního faktoru f_{Rsi} [-]	Posouzení
obvodová konstrukce-S1	0,960	0,747	VYHOVUJE
sokl – S2	0,945	0,747	VYHOVUJE
Střešní konstrukce-S5	0,960	0,747	VYHOVUJE
podlaha na terénu - P1	0,957	0,747	VYHOVUJE
podlaha na terénu - P2	0,958	0,747	VYHOVUJE

Tab. 3 Nejnižší povrchová teplota v koutě na styku konstrukcí

Konstrukce - kout	Vypočtená hodnota teplotního faktoru f_{Rsi} [-]	Požadovaná hodnota teplotního faktoru f_{Rsi} [-]	Posouzení
S2 – P1	0,784	0,747	VYHOVUJE
S2 – S2	0,858	0,747	VYHOVUJE
S1 – S5	0,886	0,747	VYHOVUJE

7.1.2 SOUČINITEL PROSTUPU TEPLA U

Tab. 4 Součinitel prostupu tepla

Konstrukce	Požadované hodnoty $U_{N,20}$ [W/(m ² ·K)]	Vypočtené hodnoty U [W/(m ² ·K)]	Posouzení
OBVODOVÁ KONSTRUKCE-S1	0,30	0,19	VYHOVUJE
SOKL – S2	0,30	0,23	VYHOVUJE
STŘEŠNÍ KONSTRUKCE – S5	0,24	0,16	VYHOVUJE
PODLAHA NA TERÉNU - P1	0,45	0,41	VYHOVUJE
PODLAHA NA TERÉNU - P2	0,45	0,39	VYHOVUJE
PODHLÉD – S10	0,24	0,15	VYHOVUJE
OKNO O1	1,50	1,250	VYHOVUJE
OKNO O2	1,50	1,333	VYHOVUJE
OKNO O3	1,50	1,453	VYHOVUJE
OKNO O4	1,50	1,385	VYHOVUJE
OKNO O5	1,50	1,491	VYHOVUJE
OKNO O6	1,50	1,495	VYHOVUJE
OKNO O7	1,50	1,311	VYHOVUJE
OKNO O8	1,50	1,425	VYHOVUJE
OKNO O9	1,50	1,400	VYHOVUJE
DVEŘE D1	1,70	1,682	VYHOVUJE

7.1.3 PROSTUP TEPLA OBÁLKOU BUDOVY

Tab. 5 Porovnání navrhované budovy s referenční budovou

Kce	Referenční budova				Hodnocená budova			
	A [m²]	U [W/(m²·K)]	b [-]	H _t [W/K]	A [m²]	U [W/(m²·K)]	b [-]	H _t [W/K]
S1	122,06	0,3	1	36,62	122,06	0,19	1	23,19
S2	19,21	0,3	0,57	3,28	19,21	0,23	0,57	2,52
S5	51,06	0,24	1	12,25	51,06	0,16	1	8,17
S10	42,55	0,24	1	10,21	42,55	0,15	1	6,38
P1	27,53	0,45	0,43	5,33	27,53	0,41	0,43	4,85
P2	62,48	0,45	0,43	12,09	62,48	0,39	0,43	10,48
O1	8,81	1,5	1	13,22	8,81	1,25	1	11,01
O2	1,25	1,5	1	1,88	1,25	1,333	1	1,67
O3	0,75	1,5	1	1,13	0,75	1,453	1	1,09
O4	1,25	1,5	1	1,88	1,25	1,385	1	1,73
O5	0,5	1,5	1	0,75	0,5	1,491	1	0,75
O6	0,45	1,5	1	0,68	0,45	1,495	1	0,67
O7	3,23	1,5	1	4,85	3,23	1,311	1	4,23
O8	1	1,5	1	1,50	1	1,425	1	1,43
O9	0,92	1,5	1	1,38	0,92	1,4	1	1,29
D1	1,85	1,7	1	2,78	1,85	1,682	1	3,11
Celkem	344,9			109,80 1	344,9			82,570 6
Tepelné vazby		ΔU _{t_{bm}} 0,02		6,898		ΔU _{t_{bm}} 0,05		17,245
Celkem H _t				116,70				99,82
Požadovaná		U _{em,N20} = H _t / A=			0,34			
					U _{em} = H _t / ∑A =			
Doporučená					0,29			
U _{em,N20} = (H _t / ∑A)·75% =					0,25			
U _{em} /U _{em,N}					0,85			
Klasifikační třída					TŘÍDA C - VYHOVUJÍCÍ			

7.2 Z HLEDISKA VZDUCHOVÉ NEPRŮZVUČNOSTI (DLE NORMY ČSN 73 0532)

Tab. 6 Porovnání požadovaných hodnot neprůzvučnosti se skutečnými

Konstrukce	Materiál	R'_{w} [dB]	$R'_{w,N}$ [dB]	Posouzení
VNITŘNÍ NOSNÁ STĚNA-S6	POROTHERM 24 P+D	50	42	VYHOVUJE
VNITŘNÍ NENOSNÁ STĚNA-S3	POROTHERM 11,5 P+D	42	42	VYHOVUJE
VNITŘNÍ NENOSNÁ STĚNA-S4	SÁDROKARTONOVÁ PŘÍČKA	47	42	VYHOVUJE
STROP	POROTHERM STROP	48	42	VYHOVUJE

8. ZÁVĚREČNÉ ZHODNOCENÍ A NAVRŽENÁ OPATŘENÍ

Navrhovaný objekt vyhoví požadavkům norem tepelné techniky a vzduchové neprůzvučnosti. Proto není důvod navrhopvat žádná opatření. Budova je z pohledu tepelné techniky budov zaříděna do třídy C.

8.1 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 parc. č. 783/93, Loučka, 756 44 Loučka (okres Vsetín), č. kat 687022 David Onderka
Vlastník nebo společenství vlastníků, popř. stavebník	David Onderka Loučka 160, 756 44
Adresa	
Telefon / e-mail	

CHARAKTERISTIKA BUDOVY

Objem budovy V – vnější objem vytápěné zóny budovy, nezahrnuje lodžie, římsy, atiky a základy	478,40 m ³
Celková plocha A – součet vnějších ploch ochlazovaných konstrukcí ohraničujících objem budovy	344,90 m ²
Objemový faktor tvaru budovy A/V	0,72
Převažující vnitřní teplota v otopném období θ_{im}	20 °C
Vnější návrhová teplota v zimním období θ_e	-15 °C

CHARAKTERISTIKA ENERGETICKY VÝZNAMNÝCH ÚDAJŮ OCHLAZOVANÝCH KONSTRUKCÍ

Ochlazovaná konstrukce	Plocha A_i (m ²)	Součinitel prostupu tepla U_i (W . m ⁻² .K ⁻¹)	Požadovaný součinitel prostupu tepla U_N (W . m ⁻² .K ⁻¹)	Činitel teplotní redukce b_i (-)	Měrná ztráta prostupem tepla $H_{Ti} = A_i \cdot U_i \cdot b_i$ (W.K ⁻¹)
Obvod. kce – S1	122,06	0,19	0,3	1	23,19
Sokl – S2	19,21	0,23	0,3	0,57	2,52
Střešní kce – S5	51,06	0,16	0,24	1	8,17
Podhled – S10	42,55	0,15	0,24	1	6,38
Podlaha na terénu – P1	27,53	0,41	0,45	0,43	4,85
Podlaha na terénu – P2	62,48	0,39	0,45	0,43	10,48
Okno – O1	8,81	1,25	1,5	1	11,01
Okno – O2	1,25	1,333	1,5	1	1,67
Okno – O3	0,75	1,453	1,5	1	1,09
Okno – O4	1,25	1,385	1,5	1	1,73
Okno – O5	0,5	1,491	1,5	1	0,75
Okno – O6	0,45	1,495	1,5	1	0,67
Okno – O7	3,23	1,311	1,5	1	4,23
Okno – O8	1	1,425	1,5	1	1,43
Okno – O9	0,92	1,4	1,5	1	1,29

Dveře – D1	1,85	1,682	1,7	1	3,11
Tepelné vazby mezi konstrukcemi	ΣA_i 344,9	ΔU_{tbn} 0,05			17,25
Celkem	Σ 99,82				

Konstrukce splňují požadavky na součinitele prostupu tepla podle SN 73 0540-2.

STANOVENÍ PROSTUPU TEPLA OBÁLKOOU

Průměrný součinitel prostupu tepla $U_{em} = H_T/A$	$W.K^{-1}$	0,29
Požadovaný součinitel prostupu tepla $U_{em,N}$	$W.m^{-2}.K^{-1}$	0,34

KLASIFIKAČNÍ TŘÍDY PROSTUPU TEPLA OBÁLKOOU HODNOCENÉ BUDOVY

Klasifikační třídy	Průměrný součinitel prostupu tepla budovy $U_{em} [W/(m^2.K)]$	Slovní vyjádření klasifikační třídy	Klasifikační ukazatel
A	$U_{em} \leq 0,5. U_{em,N}$	Velmi úsporná	0,5
B	$0,5.U_{em,N} < U_{em} \leq 0,75. U_{em,N}$	Úsporná	0,75
C	$0,75.U_{em,N} < U_{em} \leq U_{em,N}$	Vyhovující	1,0
D	$U_{em,N} < U_{em} \leq 1,5.U_{em,N}$	Nevyhovující	1,5
E	$1,5.U_{em,N} < U_{em} \leq 2,0.U_{em,N}$	Nehospodárná	2,0
F	$2,0.U_{em,N} < U_{em} \leq 2,5.U_{em,N}$	Velmi nehospodárná	2,5
G	$U_{em} > 2,5.U_{em,N}$	Mimořádně nehospodárná	

Klasifikace: C

Datum vystavení energetického štítku: 20/5/2016

Zpracovatel energetického štítku obálky budovy: David Onderka

Adresa zpracovatele: Loučka 160, 756 44

IČO:

Zpracoval: David Onderka

Podpis:.....

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 stavby dodané objednatelem.

ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY						
Typ budovy, místní označení Adresa budovy				Hodnocení obálky budovy		
Celková podlahová plocha: 179,66 m ²				stávající	doporučení	
CI	Velmi úsporná			0,85 ←		
0,5	A					
0,75	B					
1,0	C					
1,5	D					
2,0	E					
2,5	F					
	Mimořádně ne hospodárná					
KLASIFIKACE				Třída C – Vyhovující		
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy $U_{em,N}$ ve W/(m ² .K) $U_{em} = H_T/A$				0,29		
Požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla obálky budovy podle ČSN 73 0540-2 $U_{em,N}$ ve W/(m ² .K)				0,34		
Klasifikační ukazatel CI a jím odpovídající hodnoty U_{em}						
CI	0,5	0,75	1,0	1,5	2,0	2,5
U_{em}	0,18	0,29	0,38	0,58	0,77	0,96
Platnost štítku do: 10. 5.2026			Datum: 10. 5.2016			
Vypracoval			Jméno a příjmení David Onderka			

9. DATUM, JMÉNO A PODPIS ZPRACOVATELE

Zpracoval: David Onderka

Datum: 16. 5. 2016

Podpis:

10. PŘÍLOHY

PŘÍLOHA Č. 1 – VÝPOČET SOUČiniteLE PROSTUPU TEPLA

Použité vzorce:

$$R = d/\lambda \text{ [(m}^2 \cdot \text{K)/W]} \quad (1)$$

$$R_T = R_{si} + \Sigma R + R_{se} \text{ [(m}^2 \cdot \text{K)/W]} \quad (2)$$

$$U = 1/R_T \text{ [W/(m}^2 \cdot \text{K)]} \quad (3)$$

d..... Tloušťka vrstvy [m]

λ Součinitel tepelné vodivosti [W/(m · K)]

R_{si} , R_{se} Přestup tepla [(m² · K)/W]

R Tepelný odpor vrstev konstrukcí [(m² · K)/W]

U ... Součinitel prostupu tepla [W/(m² · K)]

Výpočet:

Tab. 7 Skladba S1 – OBVODOVÁ KONSTRUKCE

kce.	č. v.	materiál	d [m]	λ [W/(m·K)]	R [(m ² ·K)/W]
OBVODOVÁ KONSTRUKCE – S1	1	UNIVERZÁLNÍ OMÍTKA	0,012	0,450	0,026
	2	KERAMICKÉ TVÁRNICE	0,300	0,25	1,200
	3	LEPIDLO	0,005	0,800	0,006
	4	TI Z EPS	0,150	0,039	3,84
	5	LEPIDLO	0,002	1,200	0,001
	6	SKLOTEXTILNÍ SÍŤOVINA	-	-	-
	7	PODKLADNÍ NÁTĚR	-	-	-
	8	SILIKONOVÁ OMÍTKA	0,002	0,700	0,003
				$\Sigma R =$	5,076

$$R_{si} \text{ [(m}^2 \cdot \text{K)/W]} = 0,13$$

$$R_{se} \text{ [(m}^2 \cdot \text{K)/W]} = 0,04$$

$$R_T \text{ [(m}^2 \cdot \text{K)/W]} = 5,246$$

$$U \text{ [W/(m}^2 \cdot \text{K)]} = \mathbf{0,191}$$

Tab. 8 Skladba S2 – OBVODOVÁ KONSTRUKCE; SOKL

kce.	č. v.	materiál	d [m]	λ [W/(m·K)]	R [(m²·K)/W]
SOKL – S2	1	SOKL-MARMOLIT	0,002	0,8	0,002
	2	LEPIDLO	0,002	1,200	0,001
	3	TI Z EPS PERIMETR	0,100	0,034	2,941
	4	LEPIDLO	0,005	0,800	0,006
	5	KERAMICKÉ TVÁRNICE	0,300	0,25	1,200
	6	UNIVERZÁLNÍ OMÍTKA	0,012	0,450	0,026
				$\Sigma R =$	4,176

$$R_{si} [(m^2 \cdot K)/W] = 0,13$$

$$R_{se} [(m^2 \cdot K)/W] = 0,04$$

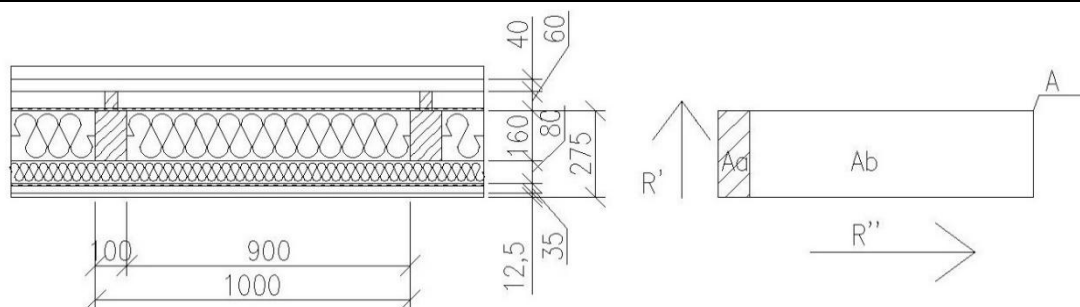
$$R_T [(m^2 \cdot K)/W] = 4,346$$

$$U [W/(m^2 \cdot K)] = \mathbf{0,230}$$

Tab. 9 Skladba S5 – STŘEŠNÍ KONSTRUKCE

kce.	č. v.	materiál	d [m]	λ [W/(m·K)]	R [(m²·K)/W]
STŘECHA – S5	1	SÁDROKARTON	0,0125	0,22	-
	2	VZDUCHOVÁ MEZERA	0,035	0,16	-
	3	ISOVER VARIO KM DUPLEX UV	0,0002	-	-
	4	TEPELNÁ IZOLACE POD KROKVEMI	0,080	0,035	-
	5	TEPELNÁ IZOLACE MEZI KROKVEMI	0,160	0,035	-

	6	POJISTNÁ HYDROIZOLACE	0,0002	-	-
	7	VDUCHOVÁ MEZER + KONTRALATĚ	0,060	-	-
	8	ZÁVĚSNÉ LATĚ	0,040	-	-
	9	KRYTINA	-	-	-



Ve směru R':

$$R_b = \sum \frac{d_b}{\lambda_b} = \frac{0,0125}{0,22} + \frac{0,035}{0,16} + \frac{0,080}{0,035} + \frac{0,160}{0,035} = 7,132 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$$

$$R_a = \sum \frac{d_a}{\lambda_a} = \frac{0,0125}{0,22} + \frac{0,035}{0,16} + \frac{0,080}{0,035} + \frac{0,160}{0,180} = 3,449 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$$

$$f_a = \frac{A_a}{A} = \frac{0,10 \cdot (0,0125 + 0,080 + 0,160 + 0,035)}{1 \cdot (0,0125 + 0,080 + 0,160 + 0,035)} = 0,100$$

$$f_b = \frac{A_b}{A} = \frac{0,90 \cdot (0,0125 + 0,080 + 0,160 + 0,0425)}{1 \cdot (0,0125 + 0,080 + 0,160 + 0,035)} = 0,900$$

$$\frac{1}{R'} = \frac{f_a}{R_a} + \frac{f_b}{R_b} = \frac{0,100}{3,449} + \frac{0,900}{7,132} = 0,155 \rightarrow R' = 6,443 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$$

Ve směru R'':

$$R_1 = \frac{d_1}{\lambda_1} = \frac{0,125}{0,22} = 0,57$$

$$R_2 = \frac{d_2}{\lambda_2} = \frac{0,035}{0,160} = 0,219$$

$$R_3 = \frac{d_3}{\lambda_3} = \frac{0,080}{0,035} = 2,285$$

$$R_{a4} = \frac{d_{a4}}{\lambda_{a4}} = \frac{0,160}{0,180} = 0,888$$

$$R_{b5} = \frac{d_{b5}}{\lambda_{b5}} = \frac{0,160}{0,035} = 4,571$$

$$f_a = \frac{A_{3i}}{A} = \frac{0,100 \times 0,160}{1,0 \times 0,160} = 0,100$$

$$f_b = \frac{A_{3j}}{A} = \frac{0,900 \times 0,160}{1,0 \times 0,160} = 0,900$$

$$\frac{1}{R_4} = \frac{f_a}{R_a} + \frac{f_b}{R_b} = \frac{0,100}{0,888} + \frac{0,900}{4,571} = 0,309 \rightarrow R_4 = 3,230 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$$

$$\begin{aligned} R'' &= R_1 + R_2 + R_3 + R_4 = 0,057 + 0,219 + 2,285 + 3,230 \\ &= 5,791 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1} \end{aligned}$$

$$\frac{R'}{R''} = \frac{6,443}{5,791} = 1,113 < 1,25 \text{ VYHOVUJE}$$

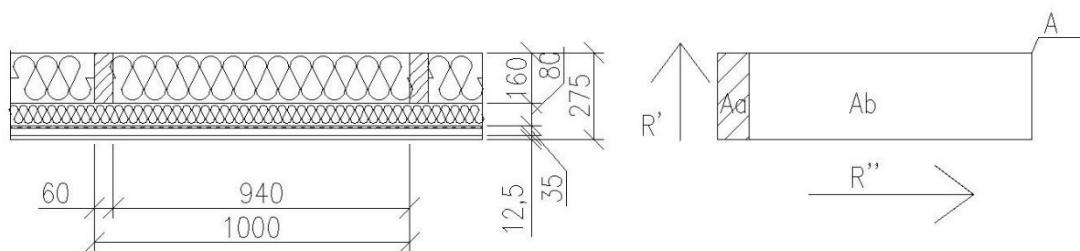
$$R = \frac{R' + 2R''}{3} = \frac{6,443 + 2 \times 5,791}{3} = 6,008 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$$

$$R_T = R_{si} + R + R_{se} = 0,10 + 6,198 + 0,04 = 6,148 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$$

$$U = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{6,148} = \mathbf{0,16 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}}$$

Tab. 10 Skladba S10 – PODHLED

kce.	č. v.	materiál	d [m]	λ [W/(m·K)]	R [(m²·K)/W]
PODHLED – S10	1	SÁDROKARTON	0,0125	0,22	-
	2	VZDUCHOVÁ MEZERA	0,035	0,16	-
	3	ISOVER VARIO KM DUPLEX UV	0,0002	-	-
	4	TEPELNÁ IZOLACE POD KROKVEMI	0,080	0,035	-
	5	TEPELNÁ IZOLACE MEZI KROKVEMI	0,160	0,035	-



Ve směru R' :

$$R_b = \sum \frac{d_b}{\lambda_b} = \frac{0,0125}{0,22} + \frac{0,035}{0,16} + \frac{0,080}{0,035} + \frac{0,160}{0,035} = 7,132 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$$

$$R_a = \sum \frac{d_a}{\lambda_a} = \frac{0,0125}{0,22} + \frac{0,035}{0,16} + \frac{0,080}{0,035} + \frac{0,160}{0,180} = 3,449 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$$

$$f_a = \frac{A_a}{A} = \frac{0,06 \cdot (0,0125 + 0,080 + 0,160 + 0,035)}{1 \cdot (0,0125 + 0,080 + 0,160 + 0,035)} = 0,060$$

$$f_b = \frac{A_b}{A} = \frac{0,94 \cdot (0,0125 + 0,080 + 0,160 + 0,0425)}{1 \cdot (0,0125 + 0,080 + 0,160 + 0,035)} = 0,940$$

$$\frac{1}{R'} = \frac{f_a}{R_a} + \frac{f_b}{R_b} = \frac{0,060}{3,449} + \frac{0,940}{7,132} = 0,152 \rightarrow R' = 6,578 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$$

Ve směru R'' :

$$R_1 = \frac{d_1}{\lambda_1} = \frac{0,125}{0,22} = 0,057$$

$$R_2 = \frac{d_2}{\lambda_2} = \frac{0,035}{0,160} = 0,219$$

$$R_3 = \frac{d_3}{\lambda_3} = \frac{0,080}{0,035} = 2,285$$

$$R_{a4} = \frac{d_{a4}}{\lambda_{a4}} = \frac{0,160}{0,180} = 0,888$$

$$R_{b5} = \frac{d_{b5}}{\lambda_{b5}} = \frac{0,160}{0,035} = 4,571$$

$$f_a = \frac{A_{3i}}{A} = \frac{0,060 \times 0,160}{1,0 \times 0,160} = 0,060$$

$$f_b = \frac{A_{3j}}{A} = \frac{0,940 \times 0,160}{1,0 \times 0,160} = 0,940$$

$$\frac{1}{R_4} = \frac{f_a}{R_a} + \frac{f_b}{R_b} = \frac{0,060}{0,888} + \frac{0,940}{4,571} = 0,273 \rightarrow R_4 = 3,660 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$$

$$R'' = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 = 0,057 + 0,219 + 2,285 + 3,660$$

$$= 6,221 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$$

$$\frac{R'}{R''} = \frac{6,578}{6,221} = 1,057 < 1,25 \text{ VYHOVUJE}$$

$$R = \frac{R' + 2R''}{3} = \frac{6,578 + 2 \times 6,221}{3} = 6,340 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$$

$$R_T = R_{si} + R + R_{se} = 0,10 + 6,340 + 0,04 = 6,480 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$$

$$U = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{6,480} = 0,15 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$$

Tab. 11 Skladba P1 – PODLAHA NA TERÉNU

kce.	č. v.	materiál	d [m]	λ [W/(m·K)]	R [(m²·K)/W]
PODLAHA NA TERÉNU – P1	1	KERAMICKÁ DLAŽBA	0,008	1,010	0,008
	2	LEPIDLO NA OBKLADY	0,002	0,960	0,004
	3	SAMONIVELAČNÍ STĚRKA	0,003	1,200	0,004
	4	BETONOVÁ MAZANINA	0,050	1,160	0,040
	5	PE FÓLIE	0,000	-	-
	6	TI Z EPS	0,080	0,037	2,162
	7	HI PÁS Z SBS MODIFIKOVANÉHO ASFALTU	0,004	-	-
	8	ASFALTOVÁ PENETRAČNÍ EMULZE	-	-	-
	9	PODKLADNÍ BETON VYZT. KARI SÍTÍ	0,100	1,440	0,069
				$\Sigma R =$	2,287

$$R_{si} \text{ [(m}^2 \cdot \text{K)/W]} = 0,17$$

$$R_{se} \text{ [(m}^2 \cdot \text{K)/W]} = 0$$

$$R_T \text{ [(m}^2 \cdot \text{K)/W]} = 2,457$$

$$U \text{ [W/(m}^2 \cdot \text{K)]} = 0,407$$

Tab. 12 Skladba P2 – PODLAHA NA TERÉNU

kce.	č. v.	materiál	d [m]	λ [W/(m·K)]	R [(m²·K)/W]
PODLAHA NA TERÉNU - P2	1	LAMINÁTOVÁ PODLAHA	0,008	0,145	0,055
	2	TLUMÍCÍ VRSTVA	0,002	0,045	0,044
	3	SAMONIVELAČNÍ STĚRKA	0,003	1,200	0,004
	4	BETONOVÁ MAZANINA	0,055	1,160	0,047
	5	PE FÓLIE	0,000	-	-
	6	TI Z EPS	0,120	0,041	2,948
	7	HI PÁS Z SBS MODIFIKOVANÉHO ASFALTU	0,004	-	-
	8	ASFALTOVÁ PENETRAČNÍ EMULZE	-	-	-
	9	PODKLADNÍ BETON VYZT. KARI SÍTÍ	0,150	1,440	0,104
				$\Sigma R =$	2,374

$$R_{si} [(m^2 \cdot K)/W] = 0,17$$

$$R_{se} [(m^2 \cdot K)/W] = 0$$

$$R_T [(m^2 \cdot K)/W] = 2,544$$

$$U [W/(m^2 \cdot K)] = \mathbf{0,393}$$

Tab. 13 Výpočet součinitelů prostupu tepla oken a dveří

kce	b [m]	h [m]	A [m ²]	A _g [m ²]	A _f [m ²]	A _f /A [-]	I _g [m]	U _g [W/(m ² ·K)]	U _f [W/(m ² ·K)]	ψ _g [W/(m ² ·K)]	U _w [W/(m ² ·K)]
okno O1	3,7 5	2,35	8,81	7,02	1,79	0,20	13,1	1,1	1,4	0,06	1,250
okno O2	1	1,25	1,25	0,77	0,48	0,38	2,46	1,1	1,4	0,06	1,333
okno O3	1	0,75	0,75	0,36	0,39	0,52	2,46	1,1	1,4	0,06	1,453
okno O4	1	1,25	1,25	0,77	0,48	0,38	3,54	1,1	1,4	0,06	1,385
okno O5	1	0,5	0,50	0,2	0,30	0,60	2,04	1,1	1,4	0,06	1,491
okno O6	0,7 5	0,6	0,45	0,18	0,27	0,60	1,72	1,1	1,4	0,06	1,495
okno O7	1,5	2,15	3,23	2,24	0,98	0,31	6,44	1,1	1,4	0,06	1,311
okno O8	0,8	1,25	1,00	0,53	0,47	0,47	3,06	1,1	1,4	0,06	1,425
okno O9	0,7 8	1,18	0,92	0,64	0,28	0,30	3,2	1,1	1,4	0,06	1,400
dveře D1	0,9	2,05	1,85	0,21	1,64	0,89	3,3	1,1	1,8	0,06	1,682

Použité vzorce:

$$U_w = (A_g \cdot U_g + A_f \cdot U_f + I_g \cdot \Psi_g) / (A_g + A_f) \quad (4)$$

A_g..... Celková plocha zasklení [m²]

A_f..... Celková plocha rámu [m²]

U_g..... Součinitel prostupu tepla zasklení [(m² · K)/W]

U_f..... Součinitel prostupu tepla rámu [(m² · K)/W]

I_g..... Vídělný obvod zasklení [m]

Ψ_g..... Lineární činitel prostupu tepla [W/(m · K)]

PŘÍLOHA Č. 2 – VÝPOČET NEJNIŽŠÍ POVRCHOVÉ TEPLOTY

Použité vzorce:

$$\theta_{si} = \theta_{ai} - U \cdot R_{si} \cdot (\theta_{ai} - \theta_e) \text{ [}^{\circ}\text{C]} \quad (5)$$

$$\theta_{ai} = \theta_i + \Delta\theta_{ai} \text{ [}^{\circ}\text{C]} \quad (6)$$

$$f_{Rsi} = (\theta_{si} - \theta_e) / (\theta_{ai} - \theta_e) \text{ [-]} \quad (7)$$

θ_{si} ... Nejnižší vnitřní povrchová teplota

θ_{ai} ... Teplota vnitřního vzduchu

θ_e ... Teplota venkovního vzduchu

f_{Rsi} ... Teplotní faktor vnitřního povrchu

$\Delta\theta_{ai}$... Vzestup teploty

Výpočet:

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

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

$$\Delta\theta_{ai} = 0,6 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\theta_{ai} = 20 + 0,6 = 20,6 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Tab. 14 Přepočet součinitele prostupu tepla

Konstrukce	R_{si} [(m ² ·K)/W]	R [(m ² ·K)/W]	R_{se} [(m ² ·K)/W]	U [W/(m ² ·K)]
Obvodová konstrukce-S1	0,25	6,07	0,04	0,16
sokl – S2	0,25	4,17	0,04	0,22
Střešní konstrukce – S5	0,25	6,00	0,04	0,16
podlaha na terénu - P1	0,25	2,28	0,00	0,39
podlaha na terénu - P2	0,25	2,37	0,00	0,38

Obvodová konstrukce S1

$$\theta_{si} = 20,6 - 0,16 \cdot 0,25 \cdot (20,6 - (-15)) = 19,18 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$f_{Rsi} = \frac{(19,18 - (-15))}{(20,6 - (-15))} = 0,960$$

Sokl S2

$$\theta_{si} = 20,6 - 0,22 \cdot 0,25 \cdot (20,6 - (-15)) = 18,64 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$f_{Rsi} = \frac{(18,64 - (-15))}{(20,6 - (-15))} = 0,945$$

Střešní konstrukce S5

$$\theta_{\text{si}} = 20,6 - 0,16 \cdot 0,25 \cdot (20,6 - (-15)) = 19,18 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$f_{\text{Rsi}} = \frac{(19,28 - (-15))}{(20,6 - (-15))} = 0,960$$

Podlaha na terénu P1

$$\theta_{\text{si}} = 20,6 - 0,29 \cdot 0,25 \cdot (20,6 - (5)) = 19,08 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$f_{\text{Rsi}} = \frac{(18,02 - (5))}{(20,6 - (5))} = 0,957$$

Podlaha na terénu P2

$$\theta_{\text{si}} = 20,6 - 0,29 \cdot 0,25 \cdot (20,6 - (5)) = 19,12 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$f_{\text{Rsi}} = \frac{(18,01 - (5))}{(20,6 - (5))} = 0,958$$

PŘÍLOHA Č. 3 – VÝPOČET NEJNIŽŠÍ TEPLOTY V KOUTECH

Použité vzorce:

$$\theta_{\text{si,min}} = \theta_{\text{ai}} - \xi_{\text{Rsi,k}} \cdot (\theta_{\text{ai}} - \theta_{\text{e}}) \text{ [}^{\circ}\text{C]} \quad (8)$$

$$\xi_{\text{Rsi,k}} = 1,05 \cdot (U \cdot R_{\text{si,k}})^{0,69} [-] \quad (9)$$

$$f_{\text{Rsi}} = 1 - \xi_{\text{Rsi,k}} [-] \quad (10)$$

$\theta_{\text{si,min}}$... Nejnižší teplota v koutě

θ_{ai} ... Teplota vnitřního vzduchu

θ_{e} ... Teplota venkovního vzduchu

f_{Rsi} ... Teplotní faktor vnitřního povrchu

$R_{\text{si,k}}$... Odpor při přestupu tepla v koutu

Výpočet:

SOKL S2 – PODLAHA NA ZEMINĚ P1

$$U1 = 0,22 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$$

$$U2 = 0,39 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$$

$$U = \max (U1;U2) = 0,39 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$$

$$R_{\text{si,k}} = 0,25 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$$

$$\text{Podmínka: } 0,8 \leq U1/U2 \leq 1,25$$

$$0,8 \leq 0,56 \leq 1,25 \text{ NESPLNĚNO (nutno použít metodu teplotních polí)}$$

$$\xi_{\text{Rsi,k}} = 1,05 \cdot (0,39 \cdot 0,25)^{0,69} = 0,211$$

$$\theta_{\text{si,min}} = 20,6 - 0,211 \cdot (20,6 - (-15)) = 13,10$$

$$f_{\text{Rsi}} = \frac{(13,10 - (-15))}{(20,6 - (-15))} = 0,789$$

SOKL S2 – S2 SOKL

$$U1 = 0,22 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$$

$$U2 = 0,22 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$$

$$U = \max (U1;U2) = 0,22 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$$

$$R_{\text{si,k}} = 0,25 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$$

$$\text{Podmínka: } 0,8 \leq U1/U2 \leq 1,25$$

$$0,8 \leq 1,0 \leq 1,25 \text{ SPLNĚNO}$$

$$\xi_{\text{Rsi,k}} = 1,05 \cdot (0,22 \cdot 0,25)^{0,69} = 0,142$$

$$\theta_{\text{si,min}} = 20,6 - 0,142 \cdot (20,6 - (-15)) = 15,55$$

$$f_{\text{Rsi}} = \frac{(15,55 - (-15))}{(20,6 - (-15))} = 0,858$$

Obvodová konstrukce S1 – Střešní konstrukce S5

$$U_1 = 0,16 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

$$U_2 = 0,16 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

$$U = \max (U_1; U_2) = 0,16 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

$$R_{si,k} = 0,25 (\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}$$

$$\text{Podmínka: } 0,8 \leq U_1/U_2 \leq 1,25$$

$$0,8 \leq 1,0 \leq 1,25 \text{ SPLNĚNO}$$

$$\xi_{R_{si,k}} = 1,05 \cdot (0,39 \cdot 0,25)^{0,69} = 0,114$$

$$\theta_{si,min} = 20,6 - 0,114 \cdot (20,6 - (-15)) = 16,54$$

$$f_{R_{si}} = \frac{(13,10 - (-15))}{(20,6 - (-15))} = 0,886$$

PŘÍLOHA Č. 4 – VÝPOČET VZDUCHOVÉ NEPRŮZVUČNOSTI

Použité vzorce:

$$R'_w = R_w - k \text{ [dB]} \quad (11)$$

R'_w Vážená stavební vzduchová neprůzvučnost
 R_w Vážená laboratorní vzduchová neprůzvučnost
 k Výpočtová korekce

Výpočet:

Vnitřní nosná stěna

$$R_w = 52 \text{ dB}$$

$$k = 2 \text{ dB}$$

$$R'_w = 52 - 2 = 48 \text{ dB} \geq 42 \text{ dB} \text{ VYHOVUJE}$$

Vnitřní nenosná stěna zděnná

$$R_w = 44 \text{ dB}$$

$$k = 2 \text{ dB}$$

$$R'_w = 44 - 2 = 42 \text{ dB} \geq 42 \text{ dB} \text{ VYHOVUJE}$$

Vnitřní nenosná stěna SDK příčka

$$R_w = 47 \text{ dB}$$

$$k = 2 \text{ dB}$$

$$R'_w = 47 - 2 = 45 \text{ dB} \geq 42 \text{ dB} \text{ VYHOVUJE}$$

Strop a 30 mm kročejové izolace

$$R_w = 50 \text{ dB} ; L_{Nw} = 55 \text{ dB}$$

$$k = 2 \text{ dB} ; k_{II} = 2 \text{ dB}$$

$$R'_w = 50 - 2 = 48 \text{ dB} \geq 47 \text{ dB} \text{ VYHOVUJE}$$

$$L'_{Nw} = 55 + 2 = 57 \text{ dB} \leq 63 \text{ dB} \text{ VYHOVUJE}$$