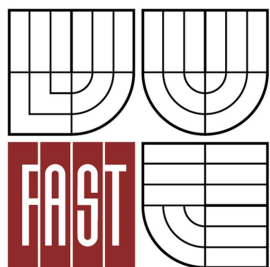




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ  
ÚSTAV POZEMNÍHO STAVITELSTVÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING  
INSTITUTE OF BUILDING STRUCTURES

## DVOUGENERAČNÍ RODINNÝ DŮM GENERATIONAL DETACHED HOUSE

### TEPELNĚ-TECHNICKÉ POSOUZENÍ OBJEKTU

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE  
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE  
AUTHOR

EDITA KÜHNOVÁ

VEDOUCÍ PRÁCE  
SUPERVISOR

Ing. TOMÁŠ PETŘÍČEK

BRNO 2014

## 1. Identifikační údaje budovy

- místo objektu: obec Lipová-lázně, katastrální území: Dolní Lipová (okres Jeseník); 684660, parcelní čísla: 386, 388, 387
- účel objektu: funkce bydlení pro dvě generace (5+kk, 2+kk) a společná společenská místnost
- konstrukční řešení: objekt je řešen s částečným podsklepením a částečně obytným podkrovím, zděný systém z tvárnic Porotherm, betonové základové pásy a patky, krov tvořen jako stojatá stolice, všechny skladby jsou řešeny jako samostatný výkres D.1.1.28 této dokumentace

## 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
- situační výkres ve fázi dokumentace pro stavební povolení

## 4. Použité normy a předpisy

- vyhláška č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby ve znění vyhlášky č. 20/2012
- ČSN 73 0540-1 Tepelná ochrana budov – Část 1: Terminologie
- ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky
- ČSN 73 0540-3 Tepelná ochrana budov – Část 3: Výpočtové hodnoty veličin pro navrhování a ověřování
- ČSN 73 0540-4 Tepelná ochrana budov – Část 4: Výpočtové metody
- ČSN 73 0532 Akustika – Ochrana proti hluku v budovách a souvisící akustické vlastnosti stavebních výrobků – Požadavky

- ČSN 06 0210 Výpočet tepelných ztrát budov při ústředním vytápění, již neplatná

## **5. Technické údaje budovy**

### **5.1 Klimatické údaje lokality, okrajové podmínky v exteriéru a interiéru**

Lokalita se nachází v obci Lipová-lázně v nadmořské výšce 515,00 m n.m. Návrhová vnitřní teplota v zimním období  $\Theta_i = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Přirážka  $\Delta\Theta_{ai} = 0,6\text{ }^{\circ}\text{C}$  pro klasické radiátory dle ČSN 730540-3.

Pro výpočet prostupu tepla oken a dveří:  $U_f = 0,95\text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  - rám,  $U_g = 0,6\text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  - zasklení,  $U_w = 1,6\text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  – dveře, lineární ztrátový součinitel  $\psi_g = 0,08$ .

Pro výpočet korekce  $b_i$  uvažovány hodnoty teplot zeminy  $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , v nevytápěném půdním prostoru  $-6\text{ }^{\circ}\text{C}$  a v nevytápěném suterénu  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Započítán vliv tepelných vazeb přírážkou  $0,02\text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ .

Korekce zohledňující zabudování konstrukce při výpočtu akustiky  $k = 4\text{ dB}$  pro tvárnice typu „therm“.

### **5.2 Charakteristika ochlazovaných konstrukcí budovy – popis a skladby**

Ochlazované konstrukce objektu jsou:

- S01: obvodová stěna
- S03: suterénní stěna s přízdívkou
- S04: suterénní stěna bez přízdívky
- S05: stěna mezi vytápěným a nevytápěným prostorem v suterénu
- S06: stěna mezi vytápěným a nevytápěným prostorem v podkroví
- S10: střešní konstrukce nad obytným podkrovím
- S11: stropní konstrukce nad obytným podkrovím
- S14: stropní konstrukce nad volným prostorem
- S15: stropní konstrukce nad 1.NP
- podlaha na zemině: výběr nejméně příznivé hodnoty do výpočtu
- podlaha nad suterénem: výběr nejméně příznivé hodnoty do výpočtu

Detailně viz výkres D.1.1.28 Výpis skladeb.

### **5.3 Charakteristika konstrukcí s požadavky na vzduchovou neprůzvučnost – popis a skladby**

Konstrukce posuzované z hlediska vzduchové neprůzvučnosti:

- S01: obvodová stěna – PTH 44 EKO+

$$R_w = 49 \text{ dB}$$

- S05: vnitřní nosná stěna – PTH 25 AKU P+D

$$R_w = 55 \text{ dB}$$

- S07: vnitřní nenosná stěna – PTH 11,5 P+D

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

## **6. Normativní požadavky**

### **6.1 Ochrana proti hluku**

Požadavkem na vnitřní konstrukce dle normy ČSN 73 0532 je hodnota vážené stavební neprůzvučnosti pro konstrukce mezi bytovými jednotkami  $R_w' = 53 \text{ dB}$ , pro konstrukce v rámci bytové jednotky  $R_w' = 42 \text{ dB}$ .

Požadavkem na obvodové pláště dle normy ČSN 73 0532 je hodnota vážené stavební neprůzvučnosti dle ekvivalentní hladiny akustického tlaku  $R_w' = 48 \text{ dB}$ .

### **6.2 Šíření tepla konstrukcí a obálkou budovy**

Požadavek na teplotní faktor je hodnota  $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} = 0,792$ .

Požadovaný součinitel prostupu tepla  $U_n$  je dán dle typu konstrukce a jejího umístění v objektu dle normy ČSN 73 0540-2.

Průměrný součinitel prostupu tepla je počítán postupem pomocí referenční budovy s požadovanými hodnotami  $U_n$  daných konstrukcí.

## **7. Údaje o splnění normativních požadavků**

Zde jsou udávány výsledky výpočtů přiložených v bodu 10. Přílohy.

## 7.1 Z hlediska tepelné techniky (dle normy ČSN 73 0540)

### 7.1.1 Nejnižší vnitřní povrchová teplota $\Theta_{si}$

Tab. 1: Nejnižší vnitřní povrchová teplota - konstrukce

posuzovaná konstrukce (včetně posudků kritických detailů)		vypočtená hodnota teplotní faktor $f_{Rsi}$ [-]	požadovaná hodnota teplotního faktoru $f_{Rsi,N}$ [-]	posouzení
vnější konstrukce S01	obvodová stěna	0,948	0,792	$f_{Rsi} \geq f_{Rsi,N}$
vnější konstrukce S03	suterénní stěna	0,919	0,792	$f_{Rsi} \geq f_{Rsi,N}$
vnější konstrukce S04	suterénní stěna	0,915	0,792	$f_{Rsi} \geq f_{Rsi,N}$
vnitřní konstrukce S05	stěna mezi vytápěným a nevytápěným prostorem	0,781	0,792	$f_{Rsi} < f_{Rsi,N}$
vnitřní konstrukce S06	stěna mezi vytápěným a nevytápěným prostorem	0,949	0,792	$f_{Rsi} \geq f_{Rsi,N}$
vnější konstrukce S10	střešní konstrukce	0,950	0,792	$f_{Rsi} \geq f_{Rsi,N}$
vnitřní konstrukce S11	stropní konstrukce	0,941	0,792	$f_{Rsi} \geq f_{Rsi,N}$
vnější konstrukce S14	stropní konstrukce nad volným prostorem	0,960	0,792	$f_{Rsi} \geq f_{Rsi,N}$
vnitřní konstrukce S15	stropní konstrukce	0,959	0,792	$f_{Rsi} \geq f_{Rsi,N}$
vnější konstrukce	podlaha na zemině	0,911	0,792	$f_{Rsi} \geq f_{Rsi,N}$
vnitřní konstrukce	podlaha nad suterénem	0,912	0,792	$f_{Rsi} \geq f_{Rsi,N}$

Tab. 2: Nejnižší vnitřní povrchová teplota - kouty

posuzovaná konstrukce (včetně posudků kritických detailů)		vypočtená hodnota teplotní faktor $f_{Rsi}$ [-]	požadovaná hodnota teplotního faktoru $f_{Rsi,N}$ [-]	posouzení
kout S01-S01	2 obvodové stěny	0,863	0,792	$f_{Rsi} \geq f_{Rsi,N}$

kout S01-S15	obvodová stěna a stropní konstrukce	0,863	0,792	$f_{Rsi} \geq f_{Rsi,N}$
kout S01-S05	obvodová stěna a vnitřní stěna 250 mm	0,956	0,792	$f_{Rsi} \geq f_{Rsi,N}$
kout S01-S07	obvodová stěna a vnitřní stěna 125 mm	0,959	0,792	$f_{Rsi} \geq f_{Rsi,N}$

### 7.1.2 Součinitel prostupu tepla U

Tab. 3: Součinitel prostupu tepla

posuzovaná konstrukce		vypočtená hodnota U [W/(m <sup>2</sup> K)]	normová hodnota U <sub>N</sub> [W/(m <sup>2</sup> K)] dle ČSN 73 0540	posouzení
vnější konstrukce S01	obvodová stěna	0,22	0,3	$U \leq U_n$
vnější konstrukce S02	Sokl	0,18	0,3	$U \leq U_n$
vnější konstrukce S03	suterénní stěna	0,34	0,45	$U \leq U_n$
vnější konstrukce S04	suterénní stěna	0,35	0,45	$U \leq U_n$
vnitřní konstrukce S05	stěna mezi vytápěným a nevytápěným prostorem	0,98	0,6	$U > U_n$
vnitřní konstrukce S06	stěna mezi vytápěným a nevytápěným prostorem	0,21	0,3	$U \leq U_n$
vnější konstrukce S10	střešní konstrukce	0,21	0,24	$U \leq U_n$
vnitřní konstrukce S11	stropní konstrukce	0,25	0,3	$U \leq U_n$
vnější konstrukce S12	obvodová stěna	0,22	0,3	$U \leq U_n$
vnější konstrukce S14	stropní konstrukce nad volným prostorem	0,16	0,24	$U \leq U_n$
vnitřní konstrukce S15	stropní konstrukce	0,17	0,3	$U \leq U_n$
vnější konstrukce S16, S17, S20	podlaha na zemině	0,37	0,45	$U \leq U_n$

vnější konstrukce S19	podlaha na zemině	0,36	0,45	$U \leq U_n$
vnitřní konstrukce S22, S24	podlaha nad suterénem	0,36	0,6	$U \leq U_n$
vnitřní konstrukce S23	podlaha nad suterénem	0,35	0,6	$U \leq U_n$
okno 1	v obvodové stěně	0,96	1,7	$U \leq U_n$
okno 2	v obvodové stěně	1,02	1,7	$U \leq U_n$
okno 3	v obvodové stěně	1,19	1,7	$U \leq U_n$
dveře	v obvodové stěně	1,6	1,7	$U \leq U_n$
okno 4	v suterénní stěně	1,14		
okno 5	ve střešní konstrukci	1,12	1,5	$U \leq U_n$
okno 6	ve střešní konstrukci	1,00	1,5	$U \leq U_n$

### 7.1.3 Prostup tepla obálkou budovy

Průměrný součinitel prostupu tepla je počítán postupem pomocí referenční budovy s požadovanými hodnotami  $U_n$  daných konstrukcí. V bodu 10. Přílohy je tabulka s výpočty, ze kterých se vyhodnotí  $U_{em}$  posuzovaného objektu, což je suma měrné tepelné kapacity lomena sumou plochy. Tedy  $U_{em} = \Sigma H_t / \Sigma A = 249,7 / 1143,2 = 0,218 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ . Pro porovnání s požadovanou hodnotou  $U_{em,N} = \Sigma H_t / \Sigma A = 347,7 / 1143,2 = 0,304 + \text{vliv tepelných vazeb } 0,02 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}) \rightarrow \text{tedy } 0,324 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ .

$U_{em}$  je dle nového energetického štítku (platného od dubna 2013) menší než  $0,75 U_{em,N} \rightarrow 0,218 < 0,75 \cdot 0,324 = 0,243 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ . Budova je zařazena do třídy C.

### 7.2 Z hlediska vzduchové neprůzvučnosti (dle normy ČSN 73 0532)

Bez započítání korekce  $k$ , která zohledňuje způsob zabudování konstrukce, všechny posuzované konstrukce splňují požadavky na vzduchovou neprůzvučnost.

- obvodová stěna – PTH 44 EKO+  $R_w = 49 \text{ dB} > 48 \text{ dB}$
- vnitřní nosná stěna – PTH 25 AKU P+D  $R_w = 55 \text{ dB} > 53 \text{ dB} > 42 \text{ dB}$
- vnitřní nenosná stěna – PTH 11,5 P+D  $R_w = 44 \text{ dB} > 42 \text{ dB}$

Pokud se však započítá korekce  $k = 4 \text{ dB}$  pro tvárnice typu „therm“, vyhoví pouze konstrukce vnitřní nosné stěny tl. 250 mm v rámci jedné bytové jednotky.

$$R_w = 49 - 4 = 45 \text{ dB} < 48 \text{ dB}$$

$$R_w = 55 - 4 = 51 \text{ dB} < 53 \text{ dB}, R_w = 51 \text{ dB} > 42 \text{ dB}$$

$$R_w = 44 - 4 = 40 \text{ dB} < 42 \text{ dB}$$

Navrženým opatřením by byla změna materiálu. Např. tvárnice 11,5 P+D nahradit tvárnici 11,5 AKU a hodnotou  $R_w = 47 \text{ dB}$ .

## 8. Závěrečné hodnocení a navržená opatření

Pouze vnitřní konstrukce mezi vytápěnou a nevytápěnou částí suterénu (zdivo z tvárnic Porotherm 25 AKU P+D) nesplňuje požadavek na teplotní faktor konstrukce ( $f_{Rsi} < f_{Rsi,N}$ ) ani požadavek na součinitel prostupu tepla ( $U > U_n$ ). Opatřením by bylo tuto stěnu zateplit. Ostatní konstrukce tyto dva požadavky splňují. Na hodnotu teplotního faktoru vyhověly i posuzované kouty mezi konstrukcemi viz bod 7.1.1.



## Protokol k energetickému štítku obálky budovy

### Identifikační údaje

Druh stavby Adresa (místo, ulice, číslo, PSČ) Katastrální území a katastrální číslo Provozovatel, popř. budoucí provozovatel	Dvougenerační rodinný dům Lipová.lázně Dolní Lipová, č.kat. 684660 Edita Kühnová
Vlastník nebo společenství vlastníků, popř. stavebník Adresa Telefon / E-mail	Edita Kühnová Lipová-lázně 521, 790 63 - / -

### Charakteristika budovy

Objem budovy <b>V</b> - vnější objem vytápěné zóny budovy, nezahrnuje lodžie, římsy, atiky a základy	1291,4 m <sup>3</sup>
Celková plocha <b>A</b> - součet vnějších ploch ochlazovaných konstrukcí ohraničujících objem budovy	1143,2 m <sup>2</sup>
Objemový faktor tvaru budovy <b>A / V</b>	0,89 m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup>
Typ budovy Poměrná plocha průsvitných výplní otvorů obvodového pláště $f_w$ (pro nebyt. budovy)	bytová 0,5
Převažující vnitřní teplota v otopném období $\theta_{in}$ Venkovní návrhová teplota v zimním období $\theta_e$	20 °C -15 °C

### Charakteristika energeticky významných údajů ochlazovaných konstrukcí

Ochlazovaná konstrukce	Plocha  $A_i$ [m <sup>2</sup> ]	Součinitel (činitel) prostupu tepla $U_i$ ( $\sum \psi_{k,l_k} + \sum \chi_{l_j}$ ) [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	Požadovaný součinitel prostupu tepla $U_{N,ig}$ [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	Činitel teplotní redukce  $b_i$ [-]	Měrná ztráta konstrukce prostupem tepla  $H_{Ti} = A_i \cdot U_i \cdot b_i$ [W/K]
S01	287,58	0,22	0,30	1	63,27
Podlaha na zemině	264,93	0,37	0,45	0,438	42,93
Podlaha nad suterénem	35,39	0,36	0,60	0,298	3,80
S03	14,21	0,34	0,45	0,438	2,12
S04	89,80	0,35	0,45	0,438	13,77
S05	20,74	0,98	0,60	0,438	8,9
S06	15,00	0,21	0,30	0,747	2,35
S14	20,81	0,16	0,24	1	3,33
S10	50,52	0,21	0,24	1	10,61
S11	29,60	0,25	0,30	0,747	5,53
S15	260,26	0,17	0,30	0,747	33,05
Okno 1	23,75	0,96	1,7	1	22,80
Okno 2	13,13	1,02	1,7	1	13,39
Okno 3	0,25	1,19	1,7	1	0,30

## Tepelně-technické posouzení objektu

Dveře 1	2,02	1,60	1,7	1	3,23
Dveře 2	7,27	1,60	1,7	1	11,64
Okno 4	3,00	1,14	1,7	1	3,42
Okno 5	2,15	1,12	1,5	1	2,40
Okno 6	2,83	1	1,5	1	2,83
<b>Celkem</b>	<b>1143,2</b>				<b>249,7</b>

Konstrukce splňují požadavky na součinitele prostupu tepla podle ČSN 73 0540-2. (kromě konstrukce S05)

**Stanovení prostupu tepla obálky budovy**

Měrná ztráta prostupem tepla $H_T$	W/K	249,7
<b>Průměrný součinitel prostupu tepla <math>U_{em} = H_T / A</math></b>	<b>W/(m<sup>2</sup>·K)</b>	<b>0,218</b>
Doporučený součinitel prostupu tepla $U_{em,rc}$	W/(m <sup>2</sup> ·K)	-
<b>Požadovaný součinitel prostupu tepla <math>U_{em,rq}</math></b>	<b>W/(m<sup>2</sup>·K)</b>	<b>0,324</b>
Průměrný součinitel prostupu tepla stavebního fondu $U_{em,s}$	W/(m <sup>2</sup> ·K)	-

Požadavek na stavebně energetickou vlastnost budovy je splněn.

**Klasifikační třídy prostupu tepla obálky hodnocené budovy**

Hranice klasifikačních tříd	Veličina	Jednotka	Hodnota
A – B	$0,3 \cdot U_{em,rq}$	W/(m <sup>2</sup> ·K)	<b>0,097</b>
B – C	$0,6 \cdot U_{em,rq}$	W/(m <sup>2</sup> ·K)	<b>0,194</b>
(C1 – C2)	$(0,75 \cdot U_{em,rq})$	(W/(m <sup>2</sup> ·K))	<b>(0,243)</b>
C – D	$U_{em,rq}$	W/(m <sup>2</sup> ·K)	<b>0,324</b>
D – E	$0,5 \cdot (U_{em,rq} + U_{em,s})$	W/(m <sup>2</sup> ·K)	<b>0,486</b>
E – F	$U_{em,s} = U_{em,rq} + 0,6$	W/(m <sup>2</sup> ·K)	<b>0,648</b>
F – G	$1,5 \cdot U_{em,s}$	W/(m <sup>2</sup> ·K)	<b>0,81</b>

Klasifikace: C1 - C2

Datum vystavení stavebně energetického štítku budovy: 20.5.2014

Zpracovatel stavebně energetického štítku budovy: Edita Kühnová

IČ: -

Zpracoval: Edita Kühnová

Podpis:

.....

Tento protokol a stavebně energetický štítek odpovídá směrnici 93/76/EWG z 13. září 1993, která byla vydána EU v rámci SAVE. Byl vypracován v souladu s ČSN 73 0540 a podle projektové dokumentace stavby dodané objednatelem.

# ENERGETICKÝ ŠTÍTEK

## OBÁLKY BUDOVY

Dvougenerační rodinný dům					Hodnocení obálky budovy			
Lipová-lázně					stávající	doporučení		
<div><div>CI</div><div>VELMI ÚSPORNÁ</div><div><div><div>A</div><div>B</div><div>C</div><div>D</div><div>E</div><div>F</div><div>G</div></div><div>0,30</div><div>0,60</div><div>1,00</div><div>1,50</div><div>2,00</div><div>2,50</div><div>MIMOŘÁDNĚ NEHOSPODÁRNÁ</div></div></div>	<div><div>0,22</div></div>							
	Průměrný součinitel prostupu tepla obvodového pláště budovy $U_{em} = H_T / A$ , ve $W/(m^2 \cdot K)$					0,22	0,324	
	CI	0,30	0,60	(0,75)	1,00	1,50	2,00	2,50
	$U_{em}$	0,097	0,194	(0,243)	0,324	0,486	0,648	0,81
	Platnost štítku			5/2015				
	Štítek vypracoval			Edita Kühnová				

## **9. Datum, jméno a podpis zpracovatele**

V květnu 2014 zpracovala: Edita Kühnová	
--	--

## 10. Přílohy

$$\begin{aligned}
 R_{ei,001} &= 0,13 \text{ m}^2\text{K/W}; R_{se,001} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}; R_{i,001} = \frac{0,02}{0,1} + \frac{0,44}{0,106} + \frac{0,015}{0,45} = 4,38 \text{ m}^2\text{K/W} \\
 U_{01} &= \frac{1}{R_{ei} + R_i + R_{se}} = \frac{1}{0,13 + 4,38 + 0,04} = 0,22 \text{ W/(m}^2\text{K)} \\
 R_{i,002} &= \frac{0,08}{0,033} + \frac{0,3}{0,18} + \frac{0,05}{0,037} + \frac{0,015}{0,45} = 5,48 \text{ m}^2\text{K/W} \\
 U_{02} &= \frac{1}{0,13 + 5,48 + 0,04} = 0,18 \text{ W/(m}^2\text{K)} \\
 R_{i,003} &= \frac{0,08}{0,033} + \frac{0,14}{0,86} + \frac{0,4}{1,74} + \frac{0,015}{0,45} = 2,85 \dots \\
 U_{03} &= \frac{1}{0,13 + 2,85 + 0,04} = 0,34 \dots \\
 R_{i,004} &= \frac{0,08}{0,033} + \frac{0,4}{1,74} + \frac{0,015}{0,45} = 2,69 \dots \\
 U_{04} &= \frac{1}{0,13 + 2,69 + 0,04} = 0,35 \dots \\
 R_{i,005} &= \frac{0,015}{0,45} + \frac{0,25}{0,36} + \frac{0,015}{0,45} = 0,76 \dots \\
 U_{05} &= \frac{1}{0,13 + 0,76 + 0,13} = 0,98 \dots \\
 R_{i,006} &= \frac{0,1}{0,036} + \frac{0,3}{0,78} + \frac{0,015}{0,45} = 4,48 \dots \\
 U_{06} &= \frac{1}{0,13 + 4,48 + 0,13} = 0,21 \dots \\
 \cancel{R_{i,007}} &= \dots \\
 R_{i,012} &= \frac{0,62}{0,1} + \frac{0,44}{0,106} + \frac{0,025}{0,21} = 7,47 \dots \\
 U_{012} &= \frac{1}{0,13 + 7,47 + 0,04} = 0,22 \dots \\
 R_{i,014} &= \frac{0,019}{0,22} + 2 \cdot \frac{0,018}{0,13} + \frac{0,04}{0,044} + \frac{0,2}{1,58} + \frac{0,15}{0,033} + \frac{0,020}{0,45} = 5,99 \dots \\
 U_{014} &= \frac{1}{0,11 + 5,99 + 0,04} = 0,16 \dots \\
 R_{i,015} &= \frac{0,03}{0,22} + \frac{0,2}{0,036} + \frac{0,2}{1,58} + \frac{0,015}{0,45} = 5,85 \dots \\
 U_{015} &= \frac{1}{0,11 + 5,85 + 0,04} = 0,17 \dots \\
 R_{i,016} &= \frac{0,05}{1,3} + \frac{0,08}{0,033} + \frac{0,15}{1,58} = 2,56 \\
 U_{016} &= \frac{1}{0,17 + 2,56 + 0,04} = 0,37 \dots \\
 U_{017} &= \dots = 0,37 \dots \\
 R_{i,019} &= \frac{0,019}{0,22} + 2,56 = 2,64 \dots \\
 U_{019} &= \frac{1}{0,17 + 2,64 + 0,04} = 0,36 \dots \\
 U_{020} &= 0,37 \dots \\
 R_{i,022} &= \frac{0,015}{0,45} + \frac{0,2}{1,58} + \frac{0,08}{0,036} + \frac{0,05}{1,3} = 2,40 \dots \\
 U_{022} &= \frac{1}{0,17 + 2,40 + 0,17} = 0,36 \dots \\
 R_{i,023} &= \frac{0,019}{0,22} + 2,40 = 2,57 \dots \\
 U_{023} &= \frac{1}{0,17 + 2,57 + 0,17} = 0,35 \dots \\
 U_{024} &= 0,36 \dots
 \end{aligned}$$

$$R [\text{m}^2\text{K/W}]$$

$$U [\text{W/(m}^2\text{K)}]$$

 VÝPOČET  $R_{i,j}; U$  OCHRAŤ. SKLADEB

pro klasické radiátory (ČSN 73 05 40-3)

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

↑  
nároková emise  
tepelná ztráta  
období

$$R_{ai} = 0,25 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$U_{01} = \frac{1}{R_{ai} + \Sigma R_{it} + R_{ee}} = \frac{1}{0,25 + 4,38 + 0,04} = 0,21 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

$$\theta_{ei, \min} = \theta_{ai} - U \cdot R_{ai} (\theta_{ai} - \theta_w)$$

$$\theta_{w01} = 20,6 - 0,21 \cdot 0,25 (20,6 - (-15)) = 18,737^\circ\text{C}$$

$$f_{R01} = \frac{\theta_{ei, \min} - \theta_w}{\theta_{ai} - \theta_w}$$

$$f_{R01} = \frac{18,737 - (-15)}{20,6 - (-15)} = 0,948$$

$$U_{02} = \frac{1}{0,25 + 2,65 + 0,04} = 0,323 \dots \quad \theta_{w02} = 20,6 - 0,323 \cdot 0,25 (35,6) = 17,725^\circ\text{C}$$

$$f_{R02} = \frac{17,725 + 15}{35,6} = 0,919$$

$$U_{03} = \frac{1}{0,25 + 2,69 + 0,04} = 0,34 \dots \quad \theta_{w03} = 20,6 - 0,34 \cdot 0,25 \cdot 35,6 = 17,574^\circ\text{C}$$

$$f_{R03} = \frac{17,574 + 15}{35,6} = 0,915$$

$$U_{04} = \frac{1}{0,25 + 2,76 + 0,13} = 0,877 \dots \quad \theta_{w04} = 20,6 - 0,877 \cdot 0,9 = 12,795^\circ\text{C}$$

$$f_{R04} = \frac{12,795 + 15}{35,6} = 0,781$$

$$U_{05} = \frac{1}{0,25 + 4,48 + 0,13} = 0,206 \dots \quad \theta_{w05} = 20,6 - 0,206 \cdot 0,9 = 18,769^\circ\text{C}$$

$$f_{R05} = \frac{18,769 + 15}{35,6} = 0,949$$

$$U_{06} = \frac{1}{0,25 + 5,79 + 0,04} = 0,159 \dots \quad \theta_{w06} = 20,6 - 0,159 \cdot 0,9 = 19,183^\circ\text{C}$$

$$f_{R06} = \frac{19,183 + 15}{35,6} = 0,960$$

$$U_{07} = \frac{1}{0,25 + 5,85 + 0,04} = 0,163 \dots \quad \theta_{w07} = 20,6 - 0,163 \cdot 0,9 = 19,150^\circ\text{C}$$

$$f_{R07} = \frac{19,150 + 15}{35,6} = 0,959$$

Upodlaka na skleně - regulovatelná - vzhled  $R_{ai} = 2,56 \dots$

$$U = \frac{1}{0,25 + 2,56 + 0} = 0,356 \dots \quad \theta_w = 20,6 - 0,356 \cdot 0,9 = 17,433^\circ\text{C}$$

$$f = \frac{17,433 + 15}{35,6} = 0,911$$

Upodlaka nad střešní - II -

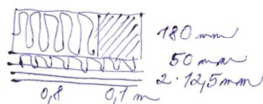
$$U = \frac{1}{0,25 + 2,42 + 0,17} = 0,352 \dots \quad \theta_w = 20,6 - 0,352 \cdot 0,9 = 17,466^\circ\text{C}$$

$$f = \frac{17,466 + 15}{35,6} = 0,912$$

VÝPOČET TEPLOTAŘNÍHO FAKTORU

$R_{si} = 0,1 \text{ m}^2\text{K/W}$ ;  $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$   
 DVOURZEMĚRNÉ VÝŘENÍ TEPLA

010



$$\begin{aligned}
 A_a &= 0,18 \cdot 0,8 = 0,144 \text{ m}^2 & f_a &= A_a/A = 0,888 \\
 A_b &= 0,18 \cdot 0,1 = 0,018 & f_b &= 0,111 \\
 A &= 0,9 \cdot 0,18 = 0,162 \\
 R_a &= \frac{d_1}{\alpha} + \frac{d_2}{\lambda} + \frac{d_3}{\lambda} + \frac{d_4}{\alpha} = \frac{0,015}{0,73} + \frac{0,075}{0,21} + \frac{0,05}{0,04} + \frac{0,18}{0,04} = 5,984 \dots \\
 R_b &= \frac{d_1}{\alpha} + \frac{d_2}{\lambda} + \frac{d_3}{\lambda} + \frac{d_4}{\alpha} = \frac{0,015}{0,73} + \frac{0,075}{0,21} + \frac{0,05}{0,04} + \frac{0,18}{0,04} = 5,984 \dots
 \end{aligned}$$

$$\frac{1}{R'} = \frac{0,888}{5,984} + \frac{0,111}{2,303} = 0,2 \Rightarrow R' = 5,087 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$\frac{1}{R_X} = \frac{0,888}{0,04} + \frac{0,111}{0,22} = 0,333 \Rightarrow R_X = 3,003 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$\begin{aligned}
 R_1 &= \frac{0,015}{0,73} = 0,021 \\
 R_2 &= \frac{0,075}{0,21} = 0,357 \\
 R_3 &= \frac{0,05}{0,04} = 1,25 \\
 R'' &= 3,003 + 0,021 + 0,357 + 1,25 = 4,637 \text{ m}^2\text{K/W}
 \end{aligned}$$

$$R = \frac{R' + 2R''}{3} = \frac{5,087 + 2 \cdot 4,637}{3} = 4,787 \dots \quad R_T = 0,1 + 4,687 + 0,04 = 4,827 \dots$$

$$U = \frac{1}{R} = 0,21 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

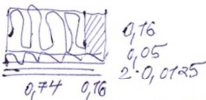
$$R_T = 0,25 + 11 = 4,977 \dots$$

$$U = 0,201 \dots$$

$$\theta = 20,6 - 0,201 \cdot 8,9 = 18,812^\circ\text{C}$$

$$\beta = \frac{18,812 + 15}{35,6} = 0,950$$

011



$$\begin{aligned}
 A_a &= 0,16 \cdot 0,74 = 0,1184 \text{ m}^2 & f_a &= 0,822 \\
 A_b &= 0,16 \cdot 0,16 = 0,0256 \text{ m}^2 & f_b &= 0,178 \\
 A &= 0,9 \cdot 0,16 = 0,144 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

$$R_a = \dots + \frac{0,16}{0,04} = 5,484 \dots$$

$$R_b = \dots + \frac{0,16}{0,22} = 2,272 \dots$$

$$\frac{1}{R'} = \frac{0,822}{5,484} + \frac{0,178}{2,272} = 0,2 \Rightarrow R' = 5,087 \dots$$

$$\frac{1}{R_X} = \frac{0,822}{0,04} + \frac{0,178}{0,22} = 0,45 \Rightarrow R_X = 2,222 \dots$$

$$R'' = 2,222 + \dots = 3,705 \dots$$

$$R = \frac{R' + 2R''}{3} = \frac{5,087 + 2 \cdot 3,705}{3} = 4,197 \dots \quad R_T = 0,1 + 3,917 + 0,04 = 4,057 \dots$$

$$U = \frac{1}{R} = 0,246 \dots \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

$$R_T = 0,25 + 11 = 4,207 \dots$$

$$U = 0,238 \dots$$

$$\theta = 20,6 - 0,238 \cdot 8,9 = 18,484^\circ\text{C}$$

$$\beta = \frac{18,484 + 15}{35,6} = 0,941$$

VÝPOČET TEPLŮTNÍHO  
 FAKTORU



## VÝPOČET PLOCH

1. NP OBVOD. STĚNA

$$+ 2. NP \quad (9,25 + 7,15 + 16,4 + 27,15 + 16,4 + 4,9 + 9,25 + 15,1) \cdot 2,85 + (9,25 + 9,25) \cdot 15 \frac{m^2}{2} = 333,998 \approx 334 m^2$$

1. PP VĚTR. STĚNA BEZ PR.  $(15,05 + 6,8 + 10,15) \cdot 2,9 = 92,8$

1. PP —||— V PR.  $4,9 \cdot 2,9 = 14,21$

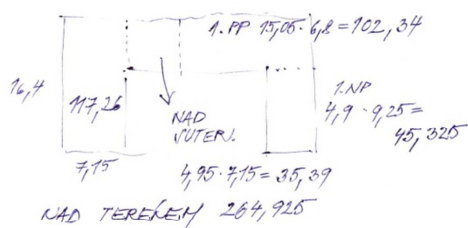
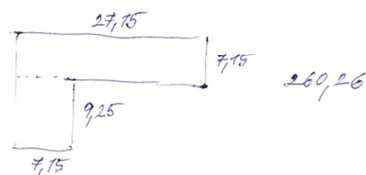
1. PP STĚNA MEZI VY. A NEV. VYT.  $4,15 \cdot 2,9 = 12,035$

2. NP —||—  $15 m^2$

2. NP STROP KAD TERANOU  $2,25 \cdot 9,25 = 20,8125$

—||— VTR. ČIHA — VYKMA'  $(3+3) \cdot 9,25 = 55,5$

—||— VTR. OP — VODORUKA' ČAST  $32 \cdot 9,25 = 296$



$$A = 1143,2 m^2$$

- OKNO 1 odděl. na obz. stěny  
2 —||—  
3 —||—  
4 odděl. od int. stěny bez pr.  
5 odděl. od střešiny  
6 —||—  
DVEŘE 1 odděl. na obz. stěny  
2 —||—

objem  $17,26 \cdot 2,25 + 35,39 \cdot 2,25 + 102,34 \cdot 2,9 + 102,34 \cdot 2,85 + 45,325 \cdot 2,85 + 15 \cdot 9,25 = 1291,43 m^3$

hrochba b: strop pod vryp. pultem  $\frac{29,6 - (-6)}{29,6 - (-15)} = 0,747$   
podlaha nad suterénem  $\frac{29,6 - 10}{29,6 - (-15)} = 0,298$   
na krovu  $\frac{29,6 - 5}{29,6 - (-15)} = 0,788$   
stěna k nevyp. pultu 0,747  
stěna k nevyp. suterénu 0,298

$H_T = 249,7 W/K$   
mírná tepelná ztráta  
 $U_{0m} = \frac{249,7}{1143,2} = 0,218 W/m^2 \cdot K$  prům. souč. prostupu tepla

$U_{0m,ps} = \frac{347,7}{1143,2} = 0,304 W/m^2 \cdot K$   
 $+ 0,02$  tepelná ztráta =  $0,324 W/m^2 \cdot K$   
 $U_{0m} \leq U_{0m,N}$  ✓

$0,5 U_{0m} < U_{0m} < 0,75 U_{0m,N}$   
 $0,162 < 0,218 < 0,243$  TRÍDA B — ÚSPORNÁ

$A/V = \frac{1143,2}{1291,43} = 0,885$

VÝPOČET ENER. NÁROČNOSTI

název kce	ks	A	A	bi	referenční budova			hodnocená budova		
					Un	Ht	Ui	Ht	Ui	Ht
S01	1	287,58	287,58	1,0	0,30	86,274	0,220		0,220	63,268
výběr nejméně příznivé	1	264,93	264,93	0,4	0,45	52,217	0,370		0,370	42,934
výběr nejméně příznivé	1	35,39	35,39	0,3	0,60	6,328	0,360		0,360	3,797
S03	1	14,21	14,21	0,4	0,45	2,801	0,340		0,340	2,116
S04	1	89,80	89,80	0,4	0,45	17,700	0,350		0,350	13,766
S05	1	20,74	20,74	0,4	0,60	5,449	0,980		0,980	8,900
S06	1	15,00	15,00	0,7	0,30	3,362	0,210		0,210	2,353
S14	1	20,81	20,81	1,0	0,24	4,995	0,160		0,160	3,330
S10	1	50,52	50,52	1,0	0,24	12,125	0,210		0,210	10,609
S11	1	29,60	29,60	0,7	0,30	6,633	0,250		0,250	5,528
S15	1	260,26	260,26	0,7	0,30	58,324	0,170		0,170	33,050
okno 1	19	1,25	23,75	1,0	1,70	40,375	0,960		0,960	22,800
okno 2	14	0,94	13,13	1,0	1,70	22,313	1,020		1,020	13,388

okno 3	v obvodové stěně	1	0,25	0,25	1,0	1,70	0,425	1,190	0,298
dveře 1	v obvodové stěně	1	2,02	2,02	1,0	1,70	3,434	1,600	3,232
dveře 2	v obvodové stěně	4	1,82	7,27	1,0	1,70	12,362	1,600	11,635
okno 4	v suterénní stěně	6	0,50	3,00	1,0	1,70	5,100	1,140	3,420
okno 5	ve střešní konstrukci	5	0,43	2,15	1,0	1,50	3,218	1,120	2,402
okno 6	ve střešní konstrukci	3	0,94	2,83	1,0	1,50	4,248	1,000	2,832
suma A				1143,2					
suma Ht							347,7		249,7