

**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

**FAKULTA STAVEBNÍ**  
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

**ÚSTAV POZEMNÍHO STAVITELSTVÍ**  
INSTITUTE OF BUILDING STRUCTURES

**RODINNÝ DŮM**  
FAMILY HOUSE

**STAVEBNÍ FYZIKA**  
**TEPELNĚ TECHNICKÉ POSOUZENÍ**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**  
BACHELOR'S THESIS

**AUTOR PRÁCE**  
AUTHOR

Lukáš Ondřích

**VEDOUCÍ PRÁCE**  
SUPERVISOR

doc. Ing. LIBOR MATĚJKA, CSc., Ph.D.,  
MBA

BRNO 2017

Obsah.....	2
1. Identifikační údaje budovy.....	3
2. Účel posouzení.....	3
3. Podklady pro zpracování.....	3
4. Použité normy a předpisy.....	3
5. Technické údaje budovy .....	4
5.1. Klimatické údaje lokality, okrajové podmínky v exteriéru a interiéru.....	4
5.2. Charakteristika ochlazovaných konstrukcí budovy.....	4
5.3. Charakteristika konstrukcí s požadavky na vzduchovou neprůzvučnost .....	6
6. Normativní požadavky.....	7
6.1. Ochrana proti hluku.....	7
6.2. Šíření tepla konstrukcí a obálkou budovy .....	7
7. Údaje o splnění normativních požadavků.....	8
7.1. Z hlediska tepelné techniky (dle normy ČSN 73 0540) .....	8
7.1.1. Nejnižší vnitřní povrchová teplota $\Theta_{si}$ .....	8
7.1.2. Součinitel prostupu tepla $U$ .....	9
7.1.3. Prostup tepla obálkou budovy .....	9
7.2. Z hlediska vzduchové neprůzvučnosti (dle normy ČSN 73 0532).....	10
8. Závěrečné ustanovení a navržená opatření .....	11
9. Přílohy .....	12

# 1. Identifikační údaje budovy

Novostavba rodinného domu se nachází na pozemku parcelní číslo 515/1 v ulici Čekanková - Brno, katastrální území Brno – Lesná.

Záměrem investora je vybudovat rodinný dům s jednou bytovou jednotkou. Rodinný dům je určen pro trvalý pobyt čtyřčlenné rodiny. Objekt je navržen jako samostatně stojící, dvoupodlažní, podsklepený a s vestavěnou dvojgaráží.

Rodinný dům je navržený jako stěnový systém. Obvodové zdivo v 1.NP a 2.NP je vyzděno z keramických tvárnic Porotherm 40 PROFI DRYFIX. Obvodové zdivo v 1.S je zhotoveno z betonových tvárnic BEST – ztracené bednění 40 + beton C20/25 + ocel B500B. Základové pasy pod nosnými stěnami jsou provedeny z prostého betonu C16/20. Stropní konstrukce jsou řešeny ze systému Goldbeck. Střecha nad garáží je pochozí terasa, jednoplášťová plochá a nad druhým nadzemním podlažím je jednoplášťová sedlová s polovalbami. Schodiště je monolitické železobetonové deskové z betonu 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 byli:

- studie bakalářského projektu včetně textových částí;
- pracovní verze projektu ve fázi provádění stavby;
- situace širších vztahů;
- urbanistické a klimatické poměry dané oblasti;
- technické listy výrobců;

## 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 0540-2 – Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky – Změna Z1

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

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



## 5. Technické údaje budovy

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

#### Parametry exteriéru

Lokalita:	Brno - Lesná
Nadmořská výška:	249,500 m n.m.
Návrhová teplota venkovního vzduchu v zimním období:	$\Theta_e = -15\text{ °C}$
Návrhová teplota zeminy přilehlé ke stavebním konstrukcím:	$\Theta_{gr} = 5\text{ °C}$
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu:	$\varphi_e = 84\text{ %}$

#### Parametry interiéru

Návrhová vnitřní teplota v zimním období:	$\Theta_i = 20\text{ °C}$
Návrhová vnitřní teplota v zimním období v garáži:	$\Theta_{iG} = 10\text{ °C}$
Návrhová teplota vnitřního vzduchu v zimním období:	$\Theta_{ai} = 20,6\text{ °C}$
Návrhová teplota vnitřního vzduchu v zimním období v garáži:	$\Theta_{aiG} = 10,6\text{ °C}$
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu:	$\varphi_i = 55\text{ %}$

### 5.2. Charakteristika ochlazovaných konstrukcí budovy

Tab. 1: Obvodová nosná konstrukce S11

Vrstva	Materiál	Tloušťka
1	Fasádní omítka Baumit Open Top	2,5 mm
2	Lepicí tmel Weber 700	5 mm
3	Tepelná izolace Isover TF Profi	80 mm
4	Porotherm 400 Profi DRYFIX	400 mm
5	Jádrová omítka + jemná štuková omítka	15 mm
6	Malba – Primalex Fortissimo bílý	-

Tab. 2: Obvodová nosná konstrukce sokl S12

Vrstva	Materiál	Tloušťka
1	Fasádní omítka Baumit Open Top	2,5 mm
2	Lepicí tmel Weber 700	5 mm
3	Extrudovaný polystyren Styrodur C	80 mm
4	Porotherm 400 Profi DRYFIX	400 mm
5	Jádrová omítka + jemná štuková omítka	15 mm
6	Malba – Primalex Fortissimo bílý	-

Tab. 3: Obvodová nosná konstrukce v suterénu S1

Vrstva	Materiál	Tloušťka
1	Extrudovaný polystyren Styrodur C	80 mm
2	Modifikovaný asfaltový pás Glastek 40 Special mineral	4 mm
3	Asfaltový penetrační nátěr Penetral ALP	-
4	Best ztracené bednění 40	400 mm
5	Jádrová omítka + jemná štuková omítka	15 mm
6	Malba – Primalex Fortissimo bílý	-

Tab. 4: Podlaha na zemině v suterénu P8

Vrstva	Materiál	Tloušťka
1	Keramická dlažba Monterrey Bruciato	10 mm
2	Lepidlo S-Line Superflex	5 mm
3	Cementový potěr Cemlevel 20	60 mm
4	PE folie na podlahy	0,1 mm
5	Polotuhá deska z minerální plsti Rockwool Steprock ND	70 mm
6	Modifikovaný asfaltový pás Glastek 40 Special mineral	4 mm
7	Asfaltový penetrační nátěr Penetral ALP	-
8	Beton C16/20	100 mm

Tab. 5: Plochá střecha nad garáží P11

Vrstva	Materiál	Tloušťka
1	Terasová betonová dlažba	40 mm
2	Výškově stavitelné terče Megamart	35-175 mm
3	HI folie z PVC Dekplan 77	1,5 mm
4	Geotextilie fatratex 300	3 mm
5	Liaporbeton min. tl. 60 mm, spád 2%	60-200 mm
6	PE folie na podlahy	-
7	Desky z minerální plsti Isover Multimax 30	150 mm
8	Panelový strop Goldbeck – SPG 200	200 mm
9	Jádrová omítka + jemná štuková omítka	15 mm
10	Malba – Primalex Fortissimo bílý	-



Tab. 6: Šikmá střecha nad 2.NP S18

Vrstva	Materiál	Tloušťka
1	Betonová střešní krytina – Clasic Star	50 mm
2	Střešní latě a kontralatě 40/60 mm	80 mm
3	Střešní folie Bramac maximum 2S	0,1 mm
4	Celoplošné bednění smrkové	25 mm
5	Krokve 120/160	160 mm
6	Tepelná izolace Isover Unirol profi (mezi krokve)	140 mm
7	Tepelná izolace Isover Unirol profi (pod krokve)	180 mm
8	Parozábrana Dekfol N 110 Standart	0,1 mm
9	SDK rošt pozinkovaný	30 mm
10	SDK desky	12 mm
11	Lepicí tmel Weber 700	5 mm
12	Jemná štuková omítka	3 mm
13	Malba – Primalex Fortissimo bílý	-

Tab. 7: Stěna mezi garáží a zádveřím S3

Vrstva	Materiál	Tloušťka
1	Malba – Primalex Fortissimo bílý	-
2	Jádrová omítka + jemná štuková omítka	15 mm
3	Porotherm 24 Profi DRYFIX	240 mm
4	Jádrová omítka + jemná štuková omítka	15 mm
5	Malba – Primalex Fortissimo bílý	-

Vstupní dveře a dveře do suterénu jsou plastové zasklené izolačním trojsklem. Okna jsou plástová zasklená izolačním trojsklem.

### 5.3. Charakteristika konstrukcí s požadavky na vzduchovou neprůzvučnost

Tab. 8: Konstrukce s požadavky na vzduchovou neprůzvučnost

Konstrukce	Tloušťka
Obvodová konstrukce	513 mm
Vnitřní nosná konstrukce	270 mm
Vnitřní nenosná konstrukce	145 mm
Stropní konstrukce	335 mm

## 6. Normativní požadavky

### 6.1. Ochrana proti hluku

Tab. 9: Požadavky na zvukovou izolaci mezi místnostmi v budovách

Chráněný prostor (místnost příjmu zvuku)					
Řádka	Hlučný prostor (místnost zdroje hluku)	Požadavky na zvukovou izolaci			
		Stropy		Stěny	Dveře
		$R'_{w}, D_{nT,w}$ dB	$L'_{n,w}, L'_{nT,w}$ dB	$R'_{w}, D_{nT,w}$ dB	$R_w$ dB
A. Bytové domy, rodinné domy – nejméně jedna obytná místnost bytu					
1	Všechny ostatní obytné místnosti téhož bytu	47	63	42	27

Tab. 10: Požadavky na zvukovou izolaci obvodových plášťů budov

Požadovaná zvuková izolace obvodového pláště v hodnotách $R'_w$ nebo $D_{nT,w}$ , dB							
Druh chráněného vnitřního prostoru	Ekvivalentní hladina akustického tlaku v denní době 06:00 h – 22:00 h ve vzdálenosti 2m před fasádou $L_{Aeq,2m}$ , dB						
	$\leq 50$	$> 50$ $\leq 55$	$> 55$ $\leq 60$	$> 60$ $\leq 65$	$> 65$ $\leq 70$	$> 70$ $\leq 75$	$> 75$ $\leq 80$
Obytné místnosti bytů, pokoje v ubytovnách (koleje, internáty apod.)	30	30	30	33	38	43	48
Druh chráněného vnitřního prostoru	Ekvivalentní hladina akustického tlaku v noční době 22:00 h – 06:00 h ve vzdálenosti 2m před fasádou $L_{Aeq,2m}$ , dB						
	$\leq 40$	$> 40$ $\leq 45$	$> 45$ $\leq 50$	$> 50$ $\leq 55$	$> 55$ $\leq 60$	$> 60$ $\leq 65$	$> 65$ $\leq 70$
Obytné místnosti bytů, pokoje v ubytovnách (koleje, internáty apod.)	30	30	30	33	38	43	48

### 6.2. Šíření tepla konstrukcí a obálkou budovy

#### Požadavky na nejnižší povrchovou teplotu konstrukce

Teplotní faktor vnitřního povrchu:

- $f_{Rsi} \geq f_{Rsi,N}$
- $f_{Rsi,N} = 0,760$



## Součinitel prostupu tepla:

Tab. 11: Požadavky na součinitel prostupu tepla

Popis konstrukce	Součinitel prostupu tepla [W/(m <sup>2</sup> .K)]	
	Požadované hodnoty $U_{N,20}$	Doporučené hodnoty $U_{rec,20}$
Stěna vnější	0,30	0,20
Střecha plochá a šikmá se sklonem do 45° včetně	0,24	0,16
Podlaha a stěna vytápěného prostoru přilehlá k zemině	0,45	0,30
Strop a stěna vnitřní z vytápěného prostoru k temperovanému prostoru	0,75	0,50
Strop a stěna z temperovaného prostoru k venkovnímu prostředí	0,75	0,50

Požadavek na součinitel prostupu tepla:

$$- U \leq U_{N,20}$$

**Průměrný součinitel prostupu tepla:**

$$- U_{em} \leq U_{em,20} \text{ [W/(m}^2\text{.K)]}$$

## 7. Údaje o splnění normativních požadavků

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

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

Tab. 12: Teplotní faktor vnitřního povrchu

Posuzovaná konstrukce	Vypočtená hodnota teplotního faktoru $f_{Rsi}$ [-]	Požadovaná hodnota teplotního faktoru $f_{Rsi,N}$ [-]	Posouzení
Obvodová nosná konstrukce S11	0,979	0,760	Vyhoví
Obvodová nosná konstrukce v suterénu S1	0,953	0,760	Vyhoví
Podlaha na zemině v suterénu P8	0,924	0,760	Vyhoví
Plochá střecha nad garáží P11	0,982	0,760	Vyhoví
Střešní konstrukce nad 2.NP S18	0,990	0,760	Vyhoví
Stěna mezi garáží a zádveřím S3	0,903	0,760	Vyhoví
Obvodová nosná konstrukce S11 - garáž	0,981	0,760	Vyhoví



Tab. 13: Teplotní faktor vnitřního povrchu v koutech

Posuzovaná konstrukce	Vypočtená hodnota teplotního faktoru $f_{Rsi}$ [-]	Požadovaná hodnota teplotního faktoru $f_{Rsi,N}$ [-]	Posouzení
Kout S11 – P11	0,876	0,760	Vyhoví
Kout S11 – S18	0,901	0,760	Vyhoví
Kout S1 – P8	0,767	0,760	Vyhoví

### 7.1.2. Součinitel prostupu tepla U

Tab. 14: Údaje o splnění normativních požadavků součinitele prostupu tepla konstrukcí

Posuzovaná konstrukce	Vypočtená hodnota U [W/m <sup>2</sup> .K]	Normová hodnota U <sub>N,20</sub> [W/m <sup>2</sup> .K] dle ČSN 73 0540	Posouzení
Obvodová nosná konstrukce S11	0,15	0,30	Vyhoví
Obvodová nosná konstrukce sokl S12	0,16	0,30	Vyhoví
Obvodová nosná konstrukce suterénu S1	0,36	0,45	Vyhoví
Podlaha na zemině P8	0,45	0,45	Vyhoví
Plochá střecha nad garáží P11	0,18	0,24	Vyhoví
Šikmá střecha nad 2.NP S18	0,10	0,24	Vyhoví
Strop nad 2.NP s 16	0,10	0,24	Vyhoví
Stěna mezi garáží a zádveřím S3	0,75	0,75	Vyhoví
Okno O1	0,88	1,5	Vyhoví
Okno O2	0,91	1,5	Vyhoví
Okno O3	0,88	1,5	Vyhoví
Dveře D1	0,96	1,7	Vyhoví
Dveře D2	0,92	1,7	Vyhoví
Dveře D3	0,74	1,7	Vyhoví
Dveře D4	0,78	1,7	Vyhoví
Garážová vrata GV	0,92	3,5	Vyhoví

### 7.1.3. Prostup tepla obálkou budovy

Tab. 15: Stanovení prostupu tepla obálkou

Průměrný součinitel prostupu tepla $U_{em} = H_T/A$	0,25 W/m <sup>2</sup> .K
Požadovaný součinitel prostupu tepla $U_{em,N}$	0,41 W/m <sup>2</sup> .K

- $U_{em} \leq U_{em,N}$  [W/m<sup>2</sup>.K]
- $0,25 \leq 0,41$  vyhoví

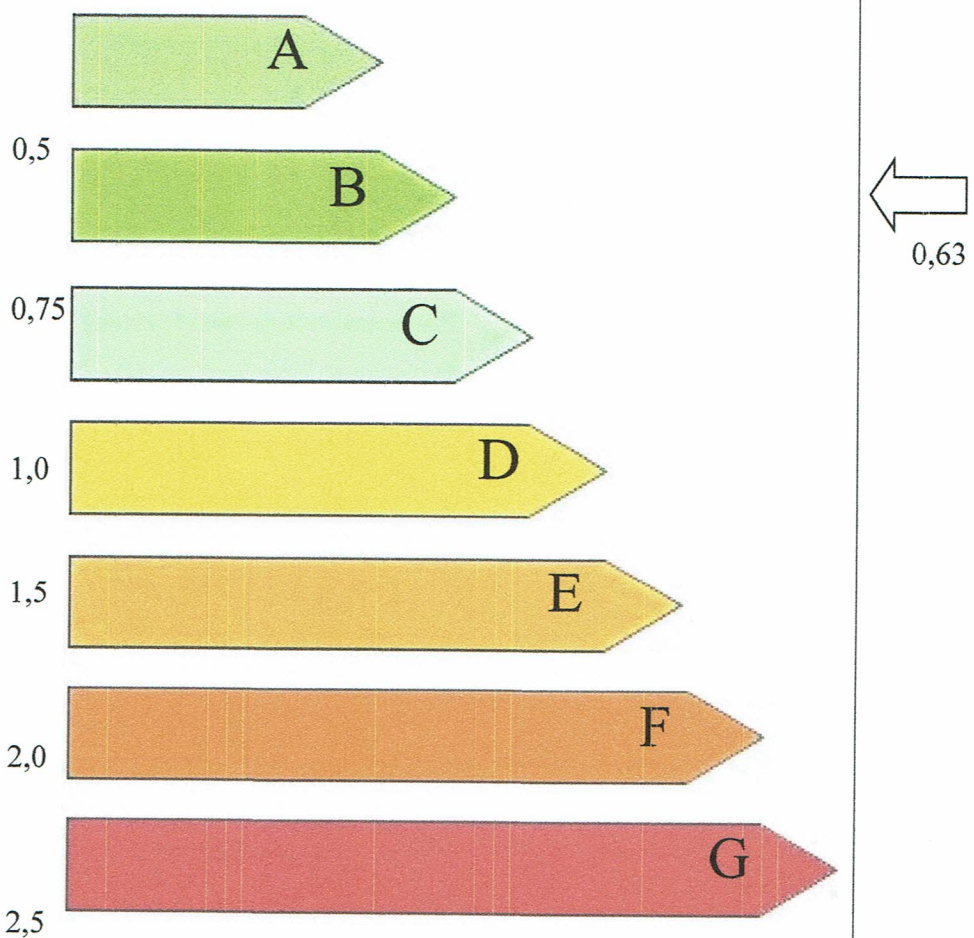
## 7.2. Z hlediska vzduchové neprůzvučnosti (dle normy ČSN 73 0532)

Tab. 16: Posouzení vzduchové neprůzvučnosti

Posuzovaná konstrukce	Výpočtoný hodnota $R'_w$ [dB] ( $L'_w$ )	Požadovaná hodnota $R'_{w,N}$ [dB] ( $L'_{w,N}$ )	Posouzení
Obvodová nosná konstrukce včetně povrchových úprav	52	48	Vyhoví
Vnitřní nosná konstrukce včetně povrchových úprav	47	42	Vyhoví
Vnitřní nenosná konstrukce včetně povrchových úprav	44	42	Vyhoví
Stropní nosná konstrukce včetně povrchových úprav	51 (75)	47 (63)	Vyhoví



## 8. Závěrečné ustanovení a navržená opatření

ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY						
Typ budovy, místní označení – Rodinný dům Adresa budovy – ul. Čekanková, parc.č. 515/1, Brno - Lesná					Hodnocení obálky budovy	
Celková podlahová plocha: 587,42 m <sup>2</sup>					stávající	doporučení
<p>CI <span style="float: right;">Velmi úsporná</span></p>  <p>0,5 <span style="float: right;">0,63</span></p> <p>0,75</p> <p>1,0</p> <p>1,5</p> <p>2,0</p> <p>2,5 <span style="float: right;">Mimořádně ne hospodárná</span></p>						
KLASIFIKACE TŘÍDA B – ÚSPORNÁ						
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy $U_{em,N}$ ve W/(m <sup>2</sup> .K) $U_{em} = H_T/A$					0,26	
Požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla obálky budovy podle ČSN 73 0540-2 $U_{em,N}$ ve W/(m <sup>2</sup> .K)					0,41	
Klasifikační ukazatel CI a jím odpovídající hodnoty $U_{em}$						
CI	0,5	0,75	1,0	1,5	2,0	2,5
$U_{em}$	0,21	0,31	0,41	0,62	0,82	1,03
Vypracoval: Lukáš Ondřích						

a) Součinitel prostupu tepla

Všechny posuzované konstrukce vyhoví na normové požadavky prostupu tepla, a proto nemusí být zřizovány žádné další opatření.

b) Nejnižší vnitřní povrchová teplota

Všechny posuzované konstrukce a kouty v konstrukcích vyhoví na normové požadavky nejnižšího teplotního faktoru vnitřního povrchu, a proto nemusí být zřizována žádná další opatření.

c) Průměrný součinitel prostupu tepla

Průměrný součinitel prostupu tepla stanovený pomocí obálky budovy vyhoví na požadovanou hodnotu průměrného součinitele prostupu tepla. Proto nemusí být zřizována žádná další opatření.

d) Ochrana proti hluku

Posuzované konstrukce vyhoví na požadované hodnoty vážené stavební neprůzvučnosti dané normou. Proto nemusí být zřizována žádná další opatření.

## 9. Přílohy

P1 Výpočty

Vypracoval: Lukáš Ondřich

V Brně 25. 5. 2017

.....