



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

## ÚSTAV POZEMNÍHO STAVITELSTVÍ

INSTITUTE OF BUILDING STRUCTURES

# ZPRÁVA TEPELNÉHO POSOUZENÍ

## BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

## AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Adéla Kainráthová

## VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. MILOŠ LAVICKÝ, Ph.D.

BRNO 2017

# Obsah

1	Identifikační údaje budovy .....	3
2	Účel posouzení .....	3
3	Podklady pro zpracování .....	3
4	Použité normy a předpisy .....	4
5	Technické údaje budovy .....	4
5.1	Klimatické údaje lokality, okrajové podmínky v exteriérech a interiéru .....	4
5.2	Charakteristika ochlazovaných konstrukcí budovy .....	5
6	Normativní požadavky .....	9
6.1	Šíření tepla konstrukcí a obálkou budovy .....	9
7	Údaje o splnění normativních požadavků .....	11
7.1	Z hlediska tepelné techniky (dle normy ČSN 73 0540) .....	11
7.1.1	Nejnižší vnitřní povrchová teplota .....	11
7.1.2	Součinitel prostupu tepla $U$ .....	11
7.1.3	Prostup tepla obálkovou metodou .....	12
8	Zhodnocení a navržení případných opatření .....	13
9	Přílohy .....	14

# 1 Identifikační údaje budovy

Zpráva je zaměřena na rodinný dům z panelů TM. Objekt je dvoupodlažní a podsklepený. Na pozemek je řešen vjezd z východní strany pozemku. Z této strany je umístěn i hlavní vstup do objektu. Střecha je řešena jako plochá jednoplášťová.

Objekt je rodinný dům s dvěma nadzemními a jedním podzemním podlažím, v suterénu jsou řešeny dvě garáže pro osobní automobily. Do objektu je přístup z východní strany do zádveří. Odtud se dostaneme do prádelny, pracovny a haly. Hala slouží jako hlavní komunikační prostor a propojuje s dalšími místnostmi a dalšími podlažními. Obývací pokoj je propojen s venkovní terasou. V suterénu se nachází již zmíněné garáže, technická místnost, sklad či kolárna. Druhé nadzemní podlaží slouží jako klidová zóna o dvou pokojích, ložnici, šatně a koupelně.

Konstrukční výška v objektu je 2950 mm, světlá výška podlaží je 2600 mm. Obvodové zdivo v 1NP a 2NP a vnitřní zdivo je zhotoveno ze stěnových keramických panelů TM. Obvodové zdivo v 1S je ztracené bednění Presbeton. Obvodové zdivo v nadzemních podlažích je opáreno kontaktním zateplovacím systémem z fasádního expandovaného grafitového polystyrenu STYROTHERM PLUS 100, tl. 150 mm. Suterén zateplen fasádním extrudovaným polystyrenem STYRO-PERIMETR 200, tl. 150 mm. Obvodové zdivo je z tvárnic tl. 300 mm, vnitřní nosné zdivo je tl. 300 a 250 mm a příčky jsou tl. 125 mm.

Schodiště je řešeno jako dřevěné. Stropní konstrukce je navržena ze stropních nosníků s prostorovou výztuží a MIAKO vložek, tl. 250 mm. Střecha je plochá jednoplášťová.

V objektu jsou použita dřevěná eurookna, dřevěné vstupní dveře a dřevěné vnitřní dveře. Okna jsou vyplněna izolačním trojsklem.

## 2 Účel posouzení

Důvodem posouzení je ověřit, zda konstrukce objektu splňuje požadavky uvedené ve vyhlášce č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby ve znění č. 20/2012 §16.

## 3 Podklady pro zpracování

- klimatické poměry dané oblasti

- technické listy výrobců
- studie projektu včetně textových částí

## 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: Navrhované 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 exteriérech a interiéru

#### Parametry exteriéru

Lokalita: Chýnov (Tábor)

Nadmořská výška: 477,400 m n.m.

Návrhová teplota venkovního vzduchu v zimním období:  $\theta_e = -15^{\circ}\text{C}$

Návrhová teplota zeminy přilehlé ke stavebním konstrukcím:  $\theta_{gr} = 5^{\circ}\text{C}$

Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu:  $\varphi_e = 84\%$

#### Parametry interiéru

Návrhová vnitřní teplota v zimním období:  $\theta_i = 20^{\circ}\text{C}$

Návrhová vnitřní teplota v zimním období v garáži:  $\theta_i = 5^{\circ}\text{C}$

Návrhová vnitřní teplota v temperované části:  $\theta_i = 15^{\circ}\text{C}$

Návrhová teplota vnitřního vzduchu v zimním období:  $\theta_{ai} = 20 + 0,6 = 20,6^{\circ}\text{C}$

Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu:  $\varphi_i = 50 + 5 = 55\%$

## 5.2 Charakteristika ochlazovaných konstrukcí budovy

Tab. 1: Obvodová nosná konstrukce S4

Obvodová nosná konstrukce S4			
Č.V.	VRSTVA	MATERIÁL	d [m]
1	POVRCHOVÁ VRSTVA	OMÍTKA SILIKÁTOVÁ, CERESIT CT 72	0,004
2	STABILIZAČNÍ VRSTVA	ARMOVACÍ VRSTVA+ LEPIDLO	0,003
3	TEPELNĚ IZOLAČNÍ VRSTVA	TI STYROTHERM PLUS 100	0,15
4	SPOJOVACÍ VRSTVA	UNIVERZÁLNÍ LEPIDLO, PROFIMIX LM 711	0,003
5	NOSNÁ KONSTRUKCE	NOSNÉ ZDIVO, TM PANELY	0,3
6	POVRCHOVÁ VRSTVA	OMÍTKA VÁPENNÁ, PROFIMIX OM 204	0,01

Tab. 2: Obvodová nosná konstrukce S3

Obvodová nosná konstrukce S3			
Č.V.	VRSTVA	MATERIÁL	d [m]
1	TEPELNĚ IZOLAČNÍ VRSTVA	STYRO-PERIMETR 200	0,15
2	SPOJOVACÍ VRSTVA	UNIVERZÁLNÍ LEPIDLO, PROFIMIX LM 711	0,003
3	HYDROIZOLAČNÍ VRSTVA	GLASTEK SPECIAL MINERAL	0,004
3	NOSNÁ KONSTRUKCE	PRESBETON ZB 20-30	0,3
4	POVCHOVÁ VRSTVA	OMÍTKA SILIKÁTOVÁ, CERESIT CT 72	0,004

Tab. 3: Vnitřní stěna S5

Vnitřní stěna S5			
Č.V.	VRSTVA	MATERIÁL	d [m]
1	POVRCHOVÁ VRSTVA	OMÍTKA SILIKÁTOVÁ, CERESIT CT 72	0,004
2	NOSNÁ KONSTRUKCE	PANELY TM	0,3
3	POVRCHOVÁ VRSTVA	OMÍTKA SILIKÁTOVÁ, CERESIT CT 72	0,004

Tab. 4: Podlaha na zemině P1, P2

Podlaha na zemině P1, P2			
Č.V.	VRSTVA	MATERIÁL	d [m]
1	NOSNÁ VRSTVA	PODKLADNÍ BETON C20/25 + SÍŤ Ø6-150/Ø6-150	0,15
2	HYDROIZOLAČNÍ VRSTVA	GLASTEK SPECIAL MINERAL	0,004
3	TEPELNĚ IZOLAČNÍ VRSTVA	STYROTHERM PLUS 150	0,1
4	ROZNÁŠECÍ VRSTVA	CEMENTOVÝ POTĚR F4	0,09
5	SPOJOVACÍ, HYDROIZOLAČNÍ VRSTVA	FLEXIBILNÍ LEPIDLO, HYDROIZOLAČNÍ A PENETRAČNÍ NÁTĚR	0,002
6	NÁŠLAPNÁ VRSTVA	DLAŽDICE SLINUTÁ TAURUS	0,009

Tab. 5: Plochá střecha S1

Plochá střecha S1			
Č.V.	VRSTVA	MATERIÁL	d [m]
1	HYDROIZOLAČNÍ VRSTVA	ELASTEK 40 COMBI	0,004
2	HYDROIZOLAČNÍ VRSTVA	GLASTEK 40 SPECIAL	0,004
3	TEPELNĚ IZOLAČNÍ VRSTVA	STYRO EPS 150	0,2
4	SEPARAČNÍ VRSTVA	GEOTEXTILIE, FATRAFOL 810	0,0012
5	SPÁDOVÁ VRSTVA	STYRO EPS 150	0,03
6	NOSNÁ VRSTVA	KMB NOSNÍKY + MIAKO	0,25
7	POVRCHOVÁ VRSTVA	VÁPENNÁ OMÍTKA, PROFIMIX OM 204	0,01

Tab. 6: Plochá střecha S2

Plochá střecha S2			
Č.V.	VRSTVA	MATERIÁL	d [m]
1	STABILIZAČNÍ VRSTVA	KAČÍREK PRANÝ OKRASNÝ	0,08
2	FILTRAČNÍ VRSTVA	GEOTEXTILIE, FATRATEX 300	0,0012
3	HYDROIZOLAČNÍ VRSTVA	DEKPLAN 77	0,002
4	FILTRAČNÍ VRSTVA	GEOTEXTILIE, FATRATEX 300	0,0012
5	TEPELNĚ IZOLAČNÍ VRSTVA	STYRO EPS 150	0,2
6	SPÁDOVÁ VRSTVA	STYRO EPS 150	0,03
7	PAROTĚSNÁ VRSTVA	GLASTEK 40 SPECIAL MINERAL	0,004
8	NOSNÁ VRSTVA	KMB NOSNÍKY + MIAKO	0,25
9	POVRCHOVÁ VRSTVA	VÁPENNÁ OMÍTKA, PROFIMIX OM 204	0,01

Tab. 7: Podlaha nad závětrím P8

Podlaha nad závětrím P8			
Č.V.	VRSTVA	MATERIÁL	d [m]
1	POVRCHOVÁ VRSTVA	OMÍTKA SILIKÁTOVÁ, CERESIT CT 72	0,004
2	STABILIZAČNÍ VRSTVA	ARMOVACÍ VRSTVA+ SÍŤOVINA	0,003
3	TEPELNĚ IZOLAČNÍ VRSTVA	TI STYROTHERM PLUS 100	0,18
4	SPOJOVACÍ VRSTVA	UNIVERZÁLNÍ LEPIDLO, PROFIMIX LM 711	0,003
5	NOSNÁ KONSTRUKCE	KMB NOSNÍKY + MIAKO	0,25
6	KROČEJOVÁ IZOLACE	STEPROCK ND	0,03
7	PODKLADNÍ VRSTVA	CEMENTOVÝ POTĚR F4	0,06
8	OCHRANNÁ VRSTVA	MIRELON	0,002
9	NÁŠLAPNÁ VRSTVA	LAMINÁT	0,008

Tab. 8: Podlaha P6

Podlaha P6			
Č.V.	VRSTVA	MATERIÁL	d [m]
1	POVRCHOVÁ VRSTVA	OMÍTKA SILIKÁTOVÁ, CERESIT CT 72	0,004
2	STABILIZAČNÍ VRSTVA	ARMOVACÍ VRSTVA+ SÍŤOVINA	0,003
3	TEPELNĚ IZOLAČNÍ VRSTVA	TI STYROTHERM PLUS 100	0,05
4	SPOJOVACÍ VRSTVA	UNIVERZÁLNÍ LEPIDLO, PROFIMIX LM 711	0,003
5	NOSNÁ KONSTRUKCE	KMB NOSNÍKY + MIAKO	0,25
6	IZOLAČNÍ VRSTVA	STEPROCK ND	0,03
7	ROZNÁŠECÍ VRSTVA	CEMENTOVÝ POTĚR F4	0,06
8	PODKLADNÍ VRSTVA	MIRELON	0,002
9	NÁŠLAPNÁ VRSTVA	LAMINÁT	0,008

Tab. 9: Podlaha P5

Podlaha P5			
Č.V.	VRSTVA	MATERIÁL	d [m]
1	POVRCHOVÁ VRSTVA	OMÍTKA SILIKÁTOVÁ, CERESIT CT 72	0,004
2	NOSNÁ KONSTRUKCE	KMB NOSNÍKY + MIAKO	0,25
3	IZOLAČNÍ VRSTVA	STEPROCK ND	0,03
4	PODKLADNÍ VRSTVA	CEMENTOVÝ POTĚR F4	0,06
5	OCHRANNÁ VRSTVA	MIRELON	0,002
6	NÁŠLAPNÁ VRSTVA	LAMINÁT	0,008



Tab. 10: Podlaha P4

Podlaha P4			
Č.V.	VRSTVA	MATERIÁL	d [m]
1	POVRCHOVÁ VRSTVA	OMÍTKA SILIKÁTOVÁ, CERESIT CT 72	0,004
2	NOSNÁ KONSTRUKCE	KMB NOSNÍKY + MIAKO	0,25
3	IZOLAČNÍ VRSTVA	STEPROCK ND	0,03
4	ROZNÁŠECÍ VRSTVA	CEMENTOVÝ POTĚR F4	0,06
5	SPOJOVACÍ, HYDROIZOLAČNÍ VRSTVA	FLEXIBILNÍ LEPIDLO, HYDROIZOLAČNÍ A PENETRAČNÍ NÁTĚR	0,002
6	NÁŠLAPNÁ VRSTVA	KERAMICKÁ DLAŽBA KALE SMART	0,008

Tab. 11: Vnitřní stěna S6

Vnitřní stěna S6			
Č.V.	VRSTVA	MATERIÁL	d [m]
1	POVRCHOVÁ VRSTVA	OMÍTKA SILIKÁTOVÁ, CERESIT CT 72	0,004
2	NOSNÁ KONSTRUKCE	NOSNÉ ZDIVO, TM PANELY	0,24
3	POVRCHOVÁ VRSTVA	OMÍTKA SILIKÁTOVÁ, CERESIT CT 72	0,004

## 6 Normativní požadavky

### 6.1 Šíření tepla konstrukcí a obálkou budovy

**Teplotní faktor vnitřního povrchu:**

$$f_{rsi} \geq f_{rsi,N}$$

$$f_{rsi,N} = 0,747 \text{ do exteriéru}$$

$$f_{rsi,N} = 0,619 \text{ do zeminy}$$

**Součinitel prostupu tepla:***Tab. 12: Normové hodnoty součinitele prostupu tepla U*

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 prostupu	0,75	0,50
Strop a stěna vnější z temperovaného prostoru k venkovnímu prostředí	0,75	0,50
Podlaha a stěna temperovaného prostoru přilehlá k zemině	0,85	0,60
Výplň otvoru ve vnější stěně a strmé střeše z vytápěného prostoru do venkovního prostředí, kromě dveří	1,5	1,2
Dveřní výplň otvoru z vytápěného prostoru do venkovního prostředí (včetně rámu)	1,7	1,2
Výplň otvoru vedoucí z vytápěného prostoru do temperovaného prostoru	3,5	2,3
Výplň otvoru vedoucí z temperovaného prostoru do venkovního prostředí	3,5	2,3
Stěna vnitřní mezi prostory s rozdílem teplot do 5 °C včetně	2,7	1,8

**Požadavek na součinitel prostupu tepla:**

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

**Průměrný součinitel prostupu tepla:**

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

## 7 Údaje o splnění normativních požadavků

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

#### 7.1.1 Nejnižší vnitřní povrchová teplota

Tab. 13: Teplotní faktor vnitřního povrchu

KONSTRUKCE	$f_{Rsi}$ [-]	$f_{Rsi,N}$ [-]	POSOUZENÍ
Obvodová nosná kce S4	0,963	0,747	VYHOVUJE
Obvodová nosná kce S3	0,945	0,747	VYHOVUJE
Podlaha na zemině P1	0,968	0,619	VYHOVUJE
Podlaha nad závětrím P8	0,965	0,619	VYHOVUJE
Plochá střecha S1	0,963	0,747	VYHOVUJE
Plochá střecha S2	0,965	0,747	VYHOVUJE

Tab. 14: Teplotní faktor vnitřního povrchu v koutech

KONSTRUKCE	PODMÍNKA	$\zeta_{Rsi,K}$ [-]	$f_{Rsi}$ [-]	$f_{Rsi,N}$ [-]	POSOUZENÍ
KOUT S2-S4	$0,8 < 0,93 < 1,25$	0,109	0,891	0,747	VYHOVUJE
KOUT S1-S4	$0,8 < 1 < 1,25$	0,109	0,891	0,747	VYHOVUJE
KOUT S4-P4		0,033	0,967	0,747	VYHOVUJE

#### 7.1.2 Součinitel prostupu tepla U

Tab. 15: Údaje o splnění požadavků součinitele prostupu tepla konstrukcí

POSUZOVANÁ KONSTRUKCE	VYPOČTENÁ HODNOTA U	POŽADOVANÁ HODNOTA $U_{N,20}$	DOPORUČENÁ HODNOTA $U_{rec,20}$	POSOUZENÍ
OBVODOVÁ NOSNÁ KCE S4	0,15	0,3	0,25	VYHOVUJE
OBVODOVÁ NOSNÁ KCE S3	0,22	0,3	0,25	VYHOVUJE
PODLAHA NA ZEMINĚ P1,P2	0,29	0,45	0,3	VYHOVUJE
PLOCHÁ STŘECHA S1	0,15	0,24	0,16	VYHOVUJE
PLOCHÁ STŘECHA S2	0,14	0,24	0,16	VYHOVUJE
VNITŘNÍ ZEDĚ S5	0,48	1,3	0,9	VYHOVUJE

PODLAHA NAD ZÁVĚTRÍM P8	0,14	0,24	0,16	VYHOVUJE
PODLAHA P6	0,32	0,6	0,4	VYHOVUJE
PODLAHA P5	0,63	1,05	0,7	VYHOVUJE
PODLAHA P4	0,67	1,05	0,7	VYHOVUJE
VNITŘNÍ ZEĎ S6	0,58	1,3	0,9	VYHOVUJE
OKNO 3	0,85	1,5	1,2	VYHOVUJE
OKNO 4	0,95	1,5	1,2	VYHOVUJE
OKNO 5	0,88	1,5	1,2	VYHOVUJE
OKNO 12	0,90	1,5	1,2	VYHOVUJE
OKNO 13	0,86	1,5	1,2	VYHOVUJE
OKNO 14	0,81	1,5	1,2	VYHOVUJE
OKNO 15	0,80	1,5	1,2	VYHOVUJE
OKNO 16	0,83	1,5	1,2	VYHOVUJE
OKNO 17	0,99	1,5	1,2	VYHOVUJE
OKNO 18	0,96	1,5	1,2	VYHOVUJE
OKNO 19	0,88	1,5	1,2	VYHOVUJE
OKNO 25	0,88	1,5	1,2	VYHOVUJE
OKNO 26	0,79	1,5	1,2	VYHOVUJE
OKNO 27	0,84	1,5	1,2	VYHOVUJE
OKNO 28	0,93	1,5	1,2	VYHOVUJE
OKNO 29	0,84	1,5	1,2	VYHOVUJE
DVEŘE 20	0,96	1,7	1,7	VYHOVUJE
DVEŘE 11	0,95	1,7	1,7	VYHOVUJE

### 7.1.3 Prostup tepla obálkovou metodou


Tab. 16: Stanovení prostupu tepla obálkou

PRŮMĚRNÝ SOUČINTEL PROSTUPU TEPLA $U_{em} = \Sigma HT / \Sigma A$	0,29 [W/m <sup>2</sup> K]
POŽADOVANÝ SOUČINTEL PROSTUPU TEPLA $U_{em,N}$	0,43 [W/m <sup>2</sup> K]

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

$$0,29 \text{ W/(m}^2\text{.K)} \leq 0,43 \text{ W/(m}^2\text{.K)} \quad \text{VYHOVUJE}$$

## 8 Zhodnocení a návržení případných opatření

ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY						
Typ budovy, místní označení: Rodinný dům Adresa budovy: Chýnov					Hodnocení obálky budovy	
Celková podlahová plocha: 310,94 m <sup>2</sup>					stávající	doporučení
CI	Velmi úsporná					
0,5	A					
0,75	B					
1,0	C					
1,5	D					
2,0	E					
2,5	F					
Mimořádně ne hospodárná						
KLASIFIKACE						
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy $U_{em,N}$ ve W/(m <sup>2</sup> .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 <sup>2</sup> .K)					0,43	
Klasifikační ukazatel CI a jím odpovídající hodnoty $U_{em}$						
CI	0,50	0,75	1,00	1,50	2,00	2,50
$U_{em}$	0,22	0,32	0,43	0,64	0,86	1,07
Platnost štítku do: 22.5.2027			Datum: 22.5.2017			
Vypracoval: Kainráthová Adéla			Jméno a příjmení: Kainráthová Adéla			

**a) Součinitel prostupu tepla**

Posuzované konstrukce vyhoví na normové i doporučené požadavky prostupu tepla. Proto nemusí být zřizovány žádné další opatření.

**b) Nejnižší povrchová teplota**

Posuzované konstrukce a kouty vyhoví na normové požadavky nejnižšího teplotního faktoru vnitřního povrchu, a proto nemusí být navrženy žádné další opatření.

**c) Průměrný součinitel prostupu tepla**

Průměrný součinitel prostupu tepla stanovený obálkovou metodou vyhoví na požadovanou hodnotu průměrného součinitele prostupu tepla. Nemusíme navrhovat žádná další opatření.

## **9 Přílohy**

P1 – Výpočty

V Brně dne 22. 5. 2017

---

Adéla Kainráthová

autor práce