

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV POZEMNÍHO STAVITELSTVÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF BUILDING STRUCTURES

RODINNÝ DŮM S KADEŘNICTVÍM VE VELKÝCH OPATOVICÍCH

DETACHED HOUSE WITH HAIRDRESSER'S IN VELKÉ OPATOVICE

STAVEBNÍ FYZIKA

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

VLASTIMIL HLADIL

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

DOC. ING. LADISLAV ŠTĚPÁNEK, CSC.

BRNO 2016

Obsah

1. Identifikační údaje stavby.....	2
2. Účel posouzení.....	2
3. Podklady pro zpracování.....	2
4. Použité normy a předpisy.....	3
5. Technické údaje budovy.....	3
5.1 Klimatické údaje lokality, okrajové podmínky v exteriéru a interiéru.....	3
5.2 Charakteristika ochlazovaných konstrukcí budovy.....	3
5.3 Charakteristika konstrukcí s požadavky na vzduchovou neprůzvučnost.....	4
6. Normativní požadavky.....	4
6.1 Ochrana proti hluku.....	4
6.2 Šíření tepla konstrukcí a obálkou budovy.....	4
6.2.1 Součinitel prostupu tepla.....	4
6.2.2 Nejnižší vnitřní povrchová teplota konstrukce.....	5
6.2.3 Průměrný součinitel prostupu tepla.....	5
7. Údaje o splnění normativních požadavků.....	6
7.1 Z hlediska tepelné techniky (dle normy ČSN 73 0540).....	6
7.1.1 Součinitel prostupu tepla U	6
7.1.2 Nejnižší vnitřní povrchová teplota θ_{si}	7
7.1.3 Prostup tepla obálkou budovy.....	8
7.2 Z hlediska vzduchové neprůzvučnosti.....	10
8. Závěrečné zhodnocení a navržená opatření.....	10
9. Přílohy.....	11
9.1 Příloha č. 1 - stanovení součinitele prostupu tepla U	11
9.2 Příloha č. 2 - stanovení nejnižší vnitřní povrchové teploty a teplotního faktoru vnitřního povrchu v ploše konstrukcí.....	17
9.3 Příloha č. 3 - stanovení nejnižší vnitřní povrchové teploty a teplotního faktoru v koutech konstrukcí.....	18
9.4 Příloha č. 4 - Zatřídění objektu pomocí obálkové metody.....	19
9.5 Příloha č. 5 - Stanovení vzduchové neprůzvučnosti.....	20

1. Identifikační údaje stavby

Název stavby:	Rodinný dům s kadeřnictvím ve Velkých Opatovicích
Místo stavby:	Velké Opatovice, Pod Dubím
Kraj:	Jihomoravský
Parcelní čísla:	1753/27 a 1753/28
Katastrální území:	Velké Opatovice
Charakter stavby:	Novostavba
Účel stavby:	Stavba pro bydlení a provoz kadeřnictví

Jedná se o třípodlažní objekt se sedlovou střechou a částečným podsklepením. Objekt bude sloužit k bydlení dvou rodin ve dvou bytových jednotkách nacházejících se ve 2NP a 3NP a současně provozu kadeřnictví umístěné v 1NP.

Objekt Rodinného domu s kadeřnictvím je řešen jako zděná stavba z keramických bloků POROTHERM s podélným nosným systémem, který je tvořen nosnými obvodovými stěnami a vnitřní nosnou středovou stěnou. Objekt je ztužen pozedními věnci v úrovních stropních konstrukcí a je krytý sedlovou střechou tvořenou pálenou střešní krytinou KMB BETA a se sedlovým vikýřem.

2. Účel posouzení

Posouzení bude provedeno 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

Jako podklady pro zpracování jsou použity:

- studie bakalářského projektu včetně textových částí
- pracovní verze projektu ve fázi provádění stavby

4. Použité normy a předpisy

- ČSN 73 0540-2/2011 Tepelná ochrana budov - Požadavky
- ČSN 73 0540-3/2005 Tepelná ochrana budov - Výpočtové hodnoty veličin
- ČSN 73 0540-4/2005 Tepelná ochrana budov - Výpočtové metody
- ČSN 73 0532 Akustika - Ochrana hluku v budovách a související akustické vlastnosti stavebních výrobků - Požadavky
- Vyhláška č. 268/2009 o technických požadavcích na stavby

5. Technické údaje budovy

5.1 Klimatické údaje lokality, okrajové podmínky v exteriéru a interiéru

Lokalita: Velké Opatovice

Nadmořská výška: 409,25 m. n. m

Venkovní okrajové podmínky:

návrhová teplota venkovního vzduchu v zimním období	$\theta_{si} = -15\text{ }^{\circ}\text{C}$
relativní vlhkost venkovního vzduchu v zimním období	$\varphi_e = 84\text{ }\%$
teplota zeminy pod podlahou v zimním období	$\theta_{gr} = 5\text{ }^{\circ}\text{C}$

Vnitřní okrajové podmínky:

teplota vnitřního vzduchu v zimním období	$\theta_i = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$
teplotní přírážka	$\Delta\theta_{ai} = 0,6\text{ }^{\circ}\text{C}$
návrhová teplota vnitřního vzduchu v zimním období	$\theta_{ai} = 20,6\text{ }^{\circ}\text{C}$
relativní vlhkost vnitřního vzduchu v zimním období	$\varphi_i = 50\text{ }\%$
vlhkostní přírážka	$\Delta\varphi_{ai} = 5\text{ }\%$
návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu v zimním období	$\varphi_{ai} = 55\text{ }\%$

5.2 Charakteristika ochlazovaných konstrukcí budovy

Obvodové zdivo:

POROTHERM 30 PROFI + TI ISOVER EPS 100 F, tl. 140 mm

Suterénní zdivo:

Ztracené bednění BEST 30 vylité betonem C20/25 + TI SYNTHOS XPS PRIME, tl. 120 mm

Střecha:

Sedlová střecha zateplena minerální vatou ISOVER UNIROL PROFI 16 mezi krokvy tl. 160 mm a pod krokvy minerální vatou ISOVER PROFI 6 tl. 60 mm

Dveře a okna:

Dřevěný rám NATURA 78 s izolačním trojsklem od firmy VEKRA.

5.3 Charakteristika konstrukcí s požadavky na vzduchovou neprůzvučnost

Jedná se o dělicí konstrukce, jimiž jsou stopy mezi obytnými podlažími a provozovnou, obvodová stěna a stěna mezi provozovnou a bytovou částí.

6. Normativní požadavky

6.1 Ochrana proti hluku

Dle ČSN 73 0532 Akustika - Ochrana proti hluku v budovách a související akustické vlastnosti stavebních výrobků - Požadavky

stěny: $R'_{w,N} = 42$ dB

stropy: $R'_{w,N} = 47$ dB

6.2 Šíření tepla konstrukcí a obálkou budovy

6.2.1 Součinitel prostupu tepla

Konstrukce vytápěných budov musí mít v prostorech s návrhovou relativní vlhkostí vnitřního vzduchu $i \leq 60\%$ součinitel prostupu tepla U [W/m^2K] takový, aby splňoval podmínku:

$$U \leq U_N$$

kde

U_N je požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla [W/m^2K]

6.2.2 Nejnižší vnitřní povrchová teplota konstrukce

Konstrukce a styky konstrukcí v prostorech s návrhovou relativní vlhkostí vnitřního vzduchu $i \leq 60\%$ musí v zimním období za normových podmínek vykazovat v každém místě takovou vnitřní povrchovou teplotu, aby odpovídající teplotní faktor vnitřního povrchu f_{Rsi} [-], splňoval podmínku:

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

kde

$f_{Rsi,N}$ je požadovaná hodnota nejnižšího teplotního faktor u vnitřního povrchu, stanovena ze vztahu:

$$f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr}$$

kde

$f_{Rsi,cr}$ je kritický teplotní faktor vnitřního povrchu.

6.2.3 Průměrný součinitel prostupu tepla

Průměrný součinitel prostupu tepla U_{em} [W/m^2K], budovy nebo vytápěné zóny budovy musí splňovat podmínku:

$$U_{em} \leq U_{em,N}$$

kde

U_{em} je požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla.

7. Údaje o splnění normativních požadavků

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

7.1.1 Součinitel prostupu tepla U

Tab. 1 Součinitel prostupu tepla U

POSUZOVANÝ PRVEK		U_{vyp} [W/m ² K]	$U_{\text{N},20}$ [W/m ² K]	$U_{\text{rec},20}$ [W/m ² K]	POSOUZENÍ
P1	ZDIVO OBVODOVÉ	0,177	0,3	0,25	VYHOVÍ
P2	ZDIVO SUTERÉNU DO HLOUBKY 1m	0,259	0,3	0,25	VYHOVÍ
S3	ZDIVO SUTERÉNU NA ZEMINĚ	0,548	0,85	0,6	VYHOVÍ
A1	PODLAHA SUTERÉNU - DLAŽBA A1	0,369	0,85	0,6	VYHOVÍ
A1	PODLAHA KADEŘNICTVÍ - DLAŽBA A1	0,369	0,45	0,3	VYHOVÍ
A5	STROP A PODLAHA S ROZDÍLEM TEPLOT DO 10 °C - DLAŽBA	0,327	1,05	0,7	VYHOVÍ
D1	STROP A PODLAHA S ROZDÍLEM TEPLOT DO 10 °C - LAMINAT	0,310	1,05	0,7	VYHOVÍ
S1	STŘECHA, SKLON 30°	0,185	0,24	0,16	VYHOVÍ
S2	POKROVNÍ PODHLED	0,139	0,24	0,16	VYHOVÍ
P3	VNITŘNÍ NOSNÁ STĚNA	0,89	1,3	0,9	VYHOVÍ
1/T	VSTUPNÍ DVEŘE DO BYTOVÉ ČÁSTI	0,809	1,7	1,2	VYHOVÍ
2/T	VSTUPNÍ DVEŘE ZE ZAHRADY	0,990	1,7	1,2	VYHOVÍ
3/T	VSTUPNÍ DVEŘE DO KADEŘNICTVÍ	0,843	1,7	1,2	VYHOVÍ
9/T	OKNO 1500x1500 mm	0,920	1,5	1,2	VYHOVÍ
10/T	OKNO 750x1500 mm	0,920	1,5	1,2	VYHOVÍ
11/T	OKNO 2500x1500 mm	0,861	1,5	1,2	VYHOVÍ
12/T	OKNO 1500x1250 mm	0,932	1,5	1,2	VYHOVÍ
13/T	OKNO 750x1250 mm	0,931	1,5	1,2	VYHOVÍ
14/T	OKNO 2500x1250 mm	0,878	1,5	1,2	VYHOVÍ
15/T	BALKONOVÉ DVEŘE (VEKRA)	0,869	1,5	1,2	VYHOVÍ
1/S	STŘEŠNÍ OKNO VELUX GGL 66	1,000	1,4	1,1	VYHOVÍ
1/G	GARÁŽOVÁ SEKČNÍ VRATA LOMAX	1,220	1,7	1,2	VYHOVÍ

Podrobný výpočet viz Příloha č. 1

7.1.2 Nejnižší vnitřní povrchová teplota θ_{si}

Tab. 2 Nejnižší vnitřní povrchová teplota v ploše konstrukce

POSUZOVANÝ PRVEK		VYPOČTENÁ HODNOTA f_{Rsi} [-]	NORMOVÁ HODNOTA $f_{Rsi,N}$ [-]	POSOUZENÍ
P1	ZDIVO OBVODOVÉ	0,957	0,747	VYHOVÍ
P2	ZDIVO SUTERÉNU DO HLOUBKY 1m	0,937	0,747	VYHOVÍ
P2'	ZDIVO SUTERÉNU NA ZEMINĚ	0,871	0,747	VYHOVÍ
A1	PODLAHA SUTERÉNU - DLAŽBA	0,910	0,747	VYHOVÍ
A1	PODLAHA KADEŘNICTVÍ - DLAŽBA	0,910	0,747	VYHOVÍ
A5	STROP A PODLAHA S ROZDÍLEM TEPLOT DO 10° C - DLAŽBA	0,920	0,747	VYHOVÍ
D1	STROP A PODLAHA S ROZDÍLEM TEPLOT DO 10° C - LAMINÁT	0,923	0,747	VYHOVÍ
S1	STŘECHA, SKOLN 30°	0,955	0,747	VYHOVÍ
S2	PODKROVNÍ PODHLED	0,966	0,747	VYHOVÍ

Podrobný výpočet viz Příloha č. 2

Tab. 3 Nejnižší vnitřní povrchová teplota v koutech styku konstrukcí

POSUZOVANÝ PRVEK		VYPOČTENÁ HODNOTA f_{Rsi} [-]	NORMOVÁ HODNOTA $f_{Rsi,N}$ [-]	POSOUZENÍ
P1-P1	ZDIVO OBVODOVÉ - ZDIVO OBVODOVÉ	0,881	0,747	VYHOVÍ
P2-P2	ZDIVO SUTERÉNU DO HLOUBKY 1m - ZDIVO SUTERÉNU DO HLOUBKY 1m	0,845	0,747	VYHOVÍ
P2'-P2'	ZDIVO SUTERÉNU NA ZEMINĚ - ZDIVO SUTERÉNU NA ZEMINĚ	0,751	0,747	VYHOVÍ
P1-S1	ZDIVO OBVODOVÉ - STŘECHA, SKLON 30°	0,876	0,747	VYHOVÍ
P1-A1	ZDIVO OBVODOVÉ - PODLAHA SUTERÉNU	0,801	0,747	VYHOVÍ
P2'-A1	ZDIVO SUTERÉNU DO HLOUBKY 1m - PODLAHA SUTERÉNU	0,801	0,747	VYHOVÍ
P1-P3	ZDIVO OBVODOVÉ - ZDIVO VNITŘNÍ NOSNÉ	0,965	0,747	VYHOVÍ
P2-P3	ZDIVO SUTERÉNU DO HLOUBKY 1m - ZDIVO VNITŘNÍ NOSNÉ	0,949	0,747	VYHOVÍ
P2'-P3	ZDIVO SUTERÉNU NA ZEMINĚ - ZDIVO VNITŘNÍ NOSNÉ	0,895	0,747	VYHOVÍ
P1-A5	ZDIVO OBVODOVÉ - STROP + PODLAHA DLAŽBA	0,957	0,747	VYHOVÍ
P1-D1	ZDIVO OBVODOVÉ - STROP + PODLAHA LAMINÁT	0,956	0,747	VYHOVÍ
P1-A5	ZDIVO SUTERÉNU - STROP + PODLAHA DLAŽBA	0,937	0,747	VYHOVÍ

Podrobný výpočet viz Příloha č. 3

7.1.3 Prostup tepla obálkou budovy

Protokol k energetickému štítku obálky budovy

Identifikační údaje

Druh stavby	Rodinný dům s provozovnou
Adresa (místo, ulice, číslo, PSČ)	Velké Opatovice, Pod Dubím, 679 63
Katastrální území a katastrální číslo	Velké Opatovice, č. kat. 779237
Provozovatel, popř. budoucí provozovatel	Vlastimil Hladil
Vlastník nebo společenství vlastníků,	Vlastimil Hladil Velké Opatovice, Velká Roudka 56, 679 63
popř. stavebník	
Adresa	
Telefon / e-mail	

Charakteristika budovy

Objem budovy V – vnější objem vytápěné zóny budovy, nezahrnuje lodžie, římsy, atiky a základy	2188,35 m ³
Celková plocha A – součet vnějších ploch ochlazovaných konstrukcí ohraničujících objem budovy	1146,61 m ²
Objemový faktor tvaru budovy A/V	0,52
Převažující vnitřní teplota v otopném období θ_{im}	20,6 °C
Vnější návrhová teplota v zimním období θ_e	-15 °C

Stanovení prostupu tepla obálkou

Průměrný součinitel prostupu tepla $U_{em} = H_T/A$	W.K ⁻¹	0,27
Požadovaný součinitel prostupu tepla $U_{em,N}$	W.m ⁻² .K ⁻¹	0,39

Klasifikační třídy prostupu tepla obálkou hodnocené budovy

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

Klasifikace: **B - Úsporná**

Datum vystavení energetického štítku: 27/5/2016

Zpracovatel energ. štítku obálky budovy: Vlastimil Hladil

Adresa zpracovatele: Velké Opatovice, Velká Roudka 56, 679 63

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: Rodinný dům s kadeřnictvím ve Velkých Opatovicích					Hodnocení obálky budovy	
Adresa budovy: Velké Opatovice, Pod Dubím, 679 63						
Celková podlahová plocha: 661,91 m ²					stávající	doporučení
<div>CI 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>0,5</div><div>0,75</div><div>1,0</div><div>1,5</div><div>2,0</div><div>2,5</div></div> <div>Mimořádně ne hospodárná</div>					<div>←</div>	
KLASIFIKACE						0,69
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy $U_{em,N}$ ve W/(m ² K) $U_{em} = H_T/A$					0,27	
Požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla obálky budovy podle ČSN 73 0540-2 $U_{em,N}$ ve W/(m ² K)					0,39	
Klasifikační ukazatel CI a jím odpovídající hodnoty U_{em}						
CI	0,5	0,75	1,0	1,5	2,0	2,5
U_{em}	0,20	0,29	0,39	0,59	0,78	0,98
Platnost štítku do 27. 5. 2026			Datum: 27. 5. 2016			
Vypracoval			Jméno a příjmení: Vlastimil Hladil			
			KLASIFIKACE: B - ÚSPORNÁ			

Podrobný výpočet viz Příloha č. 4

7.2 Z hlediska vzduchové neprůzvučnosti

Tab. 4 Vzduchová neprůzvučnost

POSUZOVANÝ PRVEK		VYPOČETENÁ HODNOTA R'_{w} [dB]	NORMOVÁ HODNOTA $R'_{w,N}$ [dB]	POSOUZENÍ
P1	ZDIVO OBVODOVÉ	44	42	VYHOVÍ
P3	ZDIVO VNITŘNÍ, ODDĚLUJÍCÍ PROVOZOVNU OD BYTOVÉ	45	42	VYHOVÍ
A5	STROP + PODLAHA, ODDĚLUJÍCÍ PROVOZOVNU OD BYTOVÉ	48	47	VYHOVÍ
A5,D1	STROP + PODLAHA, ODDĚLUJÍCÍ BYTOVÉ JEDNOTKY	48	47	VYHOVÍ

Podrobný výpočet viz Příloha č. 5

8. Závěrečné zhodnocení a navržená opatření

Stavba je navržena dle platných norem a předpisů pro hospodaření s energií a ochranu tepla s ohledem na místní klimatické podmínky.

Navržené stavební materiály a skladby obvodových konstrukcí, výplně otvorů v obvodovém plášti, splňují požadované hodnoty součinitelů prostupu tepla U [W/m^2K] dle ČSN 73 0540-2.

Energetický štítek budovy, stanovený obálkovou metodou řadí novostavbu Rodinného domu s kadeřnictvím do klasifikační třídy:

B - ÚSPORNÁ .

9. Přílohy

9.1 Příloha č. 1 - stanovení součinitele prostupu tepla U

Použité vzorce:

$$U = \frac{1}{R_{si} + R + R_{se}} = \frac{1}{R_{si} + \sum_i \frac{d_i}{\lambda} + R_{se}}$$

Zdivo obvodové - skladba P1:

-Vnější omítka silikátová CEMIX, tl. 2 mm	$\lambda=0,65$	W/mK
-Lepicí hmota CEMIX, tl. 5 mm	$\lambda=0,57$	W/mK
-TI ISOVER EPS 100F, tl. 140 mm	$\lambda=0,037$	W/mK
-Lepicí hmota CEMIX, tl. 5 mm	$\lambda=0,57$	W/mK
-Zdivo Porotherm 30 Profi, tl. 300mm	$\lambda=0,18$	W/mK
-Sádrová omítka CEMIX, tl. 10mm	$\lambda=0,57$	W/mK

$$R = 0,002/0,65 + 0,005/0,57 + 0,14/0,037 + 0,005/0,57 + 0,3/0,18 + 0,01/0,57 = 5,489 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$U = 1/(0,13 + 5,489 + 0,04) = \underline{0,177 \text{ W/m}^2\text{K}} < U_{N,20} = 0,3 \rightarrow \boxed{\text{VYHOVUJE}}$$

$$< U_{rec,20} = 0,25 \rightarrow \boxed{\text{VYHOVUJE}}$$

Zdivo suterénu do hloubky 1m 1S - skladba P2:

-TI SYNTHOS XPS PRIME 30L, tl. 120mm	$\lambda=0,035$	W/mK
-Lepicí hmota CEMIX, tl. 5 mm	$\lambda=0,57$	W/mK
-HI Elastek 40 Special Mineral, tl. 4mm	$\lambda=0,21$	W/mK
-Betonová tvárnice BT 30, tl. 300mm	$\lambda=1,36$	W/mK
-Sádrová omítka CEMIX, tl. 10mm	$\lambda=0,57$	W/mK

$$R = 0,12/0,035 + 0,005/0,57 + 0,004/0,21 + 0,3/1,36 + 0,01/0,57 = 3,695 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$U = 1/(0,13 + 3,695 + 0,04) = \underline{0,259 \text{ W/m}^2\text{K}} < U_{N,20} = 0,3 \rightarrow \boxed{\text{VYHOVUJE}}$$

$$< U_{rec,20} = 0,25 \rightarrow \boxed{\text{NEVYHOVUJE}}$$

Zdivo suterénu na styku se zeminou 1S - skladba P2':

- TI SYNTHOS XPS PRIME 30L, tl. 50mm	$\lambda=0,035$	W/mK
- Lepicí hmota CEMIX, tl. 5mm	$\lambda=0,57$	W/mK
- HI Elastek 40 Special Mineral, tl. 4mm	$\lambda=0,21$	W/mK
- Betonová tvárnice BT 30, tl. 300mm	$\lambda=1,36$	W/mK
- Sádrová omítka CEMIX, tl. 10mm	$\lambda=0,57$	W/mK

$$R = 0,05/0,035 + 0,005/0,57 + 0,004/0,21 + 0,3/1,36 + 0,01/0,57 = 1,695 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$U = 1/(0,13 + 1,695 + 0,0) = \underline{0,548 \text{ W/m}^2\text{K}} < U_{N,20} = 0,85 \rightarrow \boxed{\text{VYHOVUJE}}$$

$$< U_{rec,20} = 0,6 \rightarrow \boxed{\text{VYHOVUJE}}$$

Podlaha 1S - skladba A1:

-Beton C20/25+kari síť, tl.150mm	$\lambda=1,5$	W/mK
-HI Elastek 40 Special Mineral, tl. 4mm	$\lambda=0,21$	W/mK
-TI ISOVER EPS 200S , tl. 80mm	$\lambda=0,034$	W/mK
-Betonová mazanina, tl. 50mm	$\lambda=1,3$	W/mK
-Lepidlo RAKO AD 520, tl, 6mm	$\lambda=0,57$	W/mK
-Keramická dlažba Taurus Rako, tl. 9mm	$\lambda=1,01$	W/mK

$$R = 0,15/1,5 + 0,004/0,21 + 0,08/0,034 + 0,05/1,3 + 0,006/0,57 + 0,009/1,01$$

$$R = 2,540 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$U = 1/(0,17+2,540+0,0) = \underline{0,369 \text{ W/m}^2\text{K}} < U_{N,20} = 0,85 \rightarrow \boxed{\text{VYHOVUJE}}$$

$$< U_{\text{rec},20} = 0,60 \rightarrow \boxed{\text{VYHOVUJE}}$$

Podlaha 1NP v provozovně - skladba A1

- Beton C20/25+kari síť, tl.150mm	$\lambda=1,5$	W/mK
- HI Elastek 40 Special Mineral, tl. 4mm	$\lambda=0,21$	W/mK
- TI ISOVER EPS 200S , tl. 80mm	$\lambda=0,034$	W/mK
- Betonová mazanina, tl. 50mm	$\lambda=1,3$	W/mK
- Lepidlo RAKO AD 520, tl, 6mm	$\lambda=0,57$	W/mK
- Keramická dlažba Taurus Rako, tl. 9mm	$\lambda=1,01$	W/mK

$$R = 0,15/1,5 + 0,004/0,21 + 0,08/0,034 + 0,05/1,3 + 0,006/0,57 + 0,009/1,01$$

$$R = 2,540 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$U = 1/(0,17+2,540+0,0) = \underline{0,369 \text{ W/m}^2\text{K}} < U_{N,20}=0,45 \rightarrow \boxed{\text{VYHOVUJE}}$$

$$< U_{\text{rec},20}=0,30 \rightarrow \boxed{\text{NEVYHOVUJE}}$$

Podlaha 1 NP v bytové části, 2NP, 3NP - skladba A5

- Sádrová omítka CEMIX, tl. 10mm	$\lambda=0,57$	W/mK
- Stropní kce POROTHERM, tl. 250mm	$\lambda=0,862$	W/mK
- TI ISOVER EPS 200S , tl. 80mm	$\lambda=0,034$	W/mK
- Betonová mazanina, tl. 50mm	$\lambda=1,3$	W/mK
- Lepidlo RAKO AD 520, tl, 6mm	$\lambda=0,57$	W/mK
- Keramická dlažba Taurus Rako, tl. 9mm	$\lambda=1,01$	W/mK

$$R = 0,01/0,57 + 0,25/0,862 + 0,08/0,034 + 0,05/1,3 + 0,006/0,57 + 0,009/1,01$$

$$R = 2,722 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$U=1/(0,17+2,722+0,17) = \underline{0,327 \text{ W/m}^2\text{K}} < U_{N,20}=1,05 \rightarrow \boxed{\text{VYHOVUJE}}$$

$$< U_{\text{rec},20}=0,7 \rightarrow \boxed{\text{VYHOVUJE}}$$

Podlaha 2NP, 3NP - skladba D1

- Sádrová omítka CEMIX, tl. 10mm	$\lambda=0,57$	W/mK
- Stropní kce POROTHERM, tl. 250mm	$\lambda=0,862$	W/mK
- TI ISOVER EPS 200S , tl. 80mm	$\lambda=0,034$	W/mK
- Betonová mazanina, tl. 50mm	$\lambda=1,3$	W/mK
-Tlumicí podložka MIRELON , tl, 5mm	$\lambda=0,046$	W/mK
-Laminátová podlaha EGGER, tl. 10mm	$\lambda=0,14$	W/mK

$$R = 0,01/0,57 + 0,25/0,862 + 0,08/0,034 + 0,05/1,3 + 0,005/0,046 + 0,01/0,14$$

$$R = 2,833 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$U = 1/(0,17+2,833+0,17) = \underline{0,310 \text{ W/m}^2\text{K}} < U_{N,20}=1,05 \rightarrow \boxed{\text{VYHOVUJE}}$$

$$< U_{\text{rec},20}=0,7 \rightarrow \boxed{\text{VYHOVUJE}}$$

Podkrovní podhled - skladba S2

-TI Isover UNIROL PROFI, tl. 200mm	$\lambda=0,036$	W/mK
-TI Isover UNIROL PROFI, tl. 50mm	$\lambda=0,036$	W/mK
-Sádrokartonové desky KNAUF, tl. 12,5mm	$\lambda=0,22$	W/mK

$$R = 0,18/0,036+0,06/0,036 + 0,0125/0,22 = 7,001 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$U = 1/(0,10+7,001+0,10) = \underline{0,139 \text{ W/m}^2\text{K}} < U_{N,20} = 0,24 \rightarrow \boxed{\text{VYHOVUJE}}$$

$$< U_{\text{rec},20} = 0,16 \rightarrow \boxed{\text{VYHOVUJE}}$$

Zdivo vnitřní nosné - skladba P3

-Vnitřní MVC Baunit, tl. 15mm	$\lambda=0,57$	W/mK
-Zdivo Porotherm 24 Profi, tl. 240mm	$\lambda=0,29$	W/mK
-Vnitřní MVC Baunit, tl. 15mm	$\lambda=0,57$	W/mK

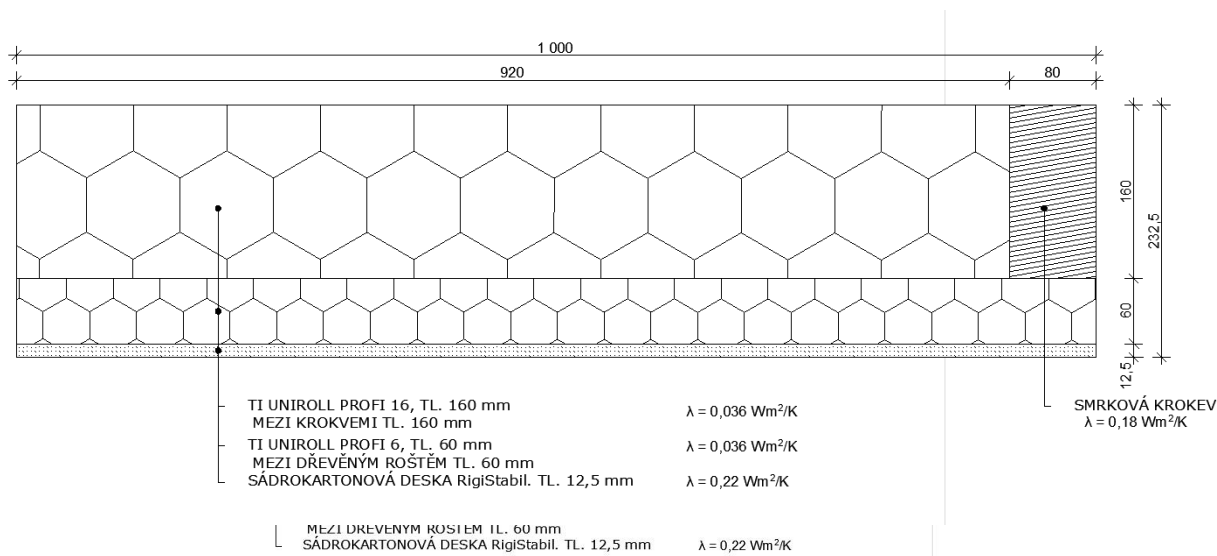
$$R = 0,010/0,57 + 0,24/0,29 + 0,010/0,57 = 0,863 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$U = 1/(0,13+0,863+0,13) = \underline{0,891 \text{ W/m}^2\text{K}} < U_{N,20} = 1,3 \rightarrow \boxed{\text{VYHOVUJE}}$$

$$< U_{\text{rec},20} = 0,9 \rightarrow \boxed{\text{VYHOVUJE}}$$

PROSTUP TEPLA NEHOMOGENNÍ KONSTRUKCÍ

Obr. 1 Řez nehomogenní konstrukcí



rovnoběžně s tepelným tokem

$$A = 1,00 * 0,2325 = 0,2325 \text{ m}^2$$

$$f_i = \frac{A_i}{A} [-]$$

$$A_1 = 0,92 * 0,2325 = 0,2139 \text{ m}^2$$

$$f_1 = \frac{0,2139}{0,2325} = 0,92$$

$$A_2 = 0,08 * 0,2325 = 0,0186 \text{ m}^2$$

$$f_2 = \frac{0,0186}{0,2325} = 0,08$$

$$R_{1,1} = \frac{0,16}{0,036} = 4,44 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$R_{2,1} = \frac{0,16}{0,18} = 0,89$$

$$R_{1,2} = \frac{0,06}{0,036} = 1,67 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$R_{2,2} = \frac{0,06}{0,036} = 1,67$$

$$R_{1,3} = \frac{0,0125}{0,22} = 0,06 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$R_{2,3} = \frac{0,0125}{0,22} = 0,06$$

$$R_1 = 4,44 + 1,67 + 0,06 = 6,17 \text{ W/m}^2\text{K} \quad R_2 = 0,89 + 1,67 + 0,06 = 2,62 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$\frac{1}{R'} = \frac{f_1}{R_1} + \frac{f_2}{R_2} = \frac{0,92}{6,17} + \frac{0,08}{2,62} = 0,17964$$

$$R' = 5,57 \text{ W/m}^2\text{K}$$

kolmo k tepelnému toku

$$A = 1,00 * 0,16 = 0,16m^2$$

$$f_i = \frac{A_i}{A} [-]$$

$$A_1 = 0,92 * 0,16 = 0,1472m^2$$

$$f_1 = \frac{0,1472}{0,16} = 0,92$$

$$A_2 = 0,08 * 0,16 = 0,0128m^2$$

$$f_2 = \frac{0,0128}{0,16} = 0,08$$

$$\frac{1}{R_3} = \frac{f_1}{R_1} + \frac{f_2}{R_2} = \frac{0,92}{4,44} + \frac{0,08}{0,89} = 0,29709$$

$$R_3 = 3,37 [W/m^2K]$$

$$R'' = 3,37 + 1,67 + 0,06 = 5,10 [W/m^2K]$$

$$\frac{R'}{R''} = \frac{5,57}{5,10} = 1,09 \in \langle 0,75; 1,25 \rangle$$

$$R = \frac{R' + 2R''}{3} = \frac{5,57 + 2 * 5,10}{3} = 5,26 [W/m^2K]$$

$$R_T = R_{si} + R + R_{se} = 0,10 + 5,26 + 0,04 = 5,40 [W/m^2K]$$

$$U = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{5,40} = 0,185 [m^2K/W]$$

Použité vzorce:

$$U_w = \frac{A_g * U_g + A_f * U_f + l_g * \psi_g}{A_g + A_f}$$

Tab. 5 Stanovení součinitele prostupu tepla výplněmi konstrukcí

	TYP VÝPLNĚ	b [m]	h [m]	A [m ²]	A _g [m ²]	A _f [m ²]	A _f /A [-]	l _g [m]	U _g [W/m ² K]	U _f [W/m ² K]	ψ _g [W/mK]	U _w [W/m ² K]
1/T	VSTUPNÍ DVEŘE DO BYTOVÉ ČÁSTI	1,50	2,35	3,53	2,45	1,08	0,30	4,86	0,65	0,99	0,04	0,809
2/T	VSTUPNÍ DVEŘE ZE ZAHRADY	1,40	2,05	2,87	-	2,87	1,00	-	-	0,99	-	0,990
3/T	VSTUPNÍ DVEŘE DO KADEŘNICTVÍ	2,50	2,35	5,88	4,57	1,31	0,22	17,26	0,65	0,99	0,04	0,843
9/T	OKNO VEKRA NATURA 78 + TROJSKLO	1,50	1,50	2,25	1,62	0,63	0,28	7,80	0,7	0,99	0,04	0,920
10/T	OKNO VEKRA NATURA 78 + TROJSKLO	1,50	0,75	1,13	0,81	0,32	0,28	3,90	0,7	0,99	0,04	0,920
11/T	OKNO VEKRA NATURA 78 + TROJSKLO	2,50	1,50	3,75	3,04	0,71	0,19	9,90	0,7	0,99	0,04	0,861
12/T	OKNO VEKRA NATURA 78 + TROJSKLO	1,50	1,25	1,88	1,31	0,57	0,30	6,80	0,7	0,99	0,04	0,932
13/T	OKNO VEKRA NATURA 78 + TROJSKLO	0,75	1,25	0,94	0,66	0,28	0,30	3,40	0,7	0,99	0,04	0,931
14/T	OKNO VEKRA NATURA 78 + TROJSKLO	2,50	1,25	3,13	2,42	0,71	0,23	8,80	0,7	0,99	0,04	0,878
15/T	BALKONOVÉ DVEŘE VEKRA NATURA 78	2,50	2,35	5,88	4,12	1,76	0,30	12,14	0,7	0,99	0,04	0,869
1/S	STŘEŠNÍ OKNO VELUX GGL 66	0,80	1,40	-	-	-	-	-	-	-	-	1,000
1/P	SEKČNÍ GARÁŽOVÁ VRATA LOMAX	2,75	2,50	-	-	-	-	-	-	-	-	1,220

9.2 Příloha č. 2 - stanovení nejnižší vnitřní povrchové teploty a teplotního faktoru vnitřního povrchu v ploše konstrukcí

Použité vzorce:

$$U = \frac{1}{R_{si} + R + R_{se}} [W/m^2 K]$$

$$\theta_{si,min} = \theta_{ai} - U * R * (\theta_{ai} - \theta_e) [^{\circ}C]$$

$$f_{Rsi} = \frac{\theta_{si,min} - \theta_e}{\theta_{ai} - \theta_e} [-]$$

Tab. 6 Součinitel prostupu tepla s $R_{si} = 0,25 m^2 K/W$

POSUZOVANÝ PRVEK		R_{si} [m ² K/W]	R [m ² K/W]	R_{se} [m ² K/W]	U_f [W/m ² K]
P1	ZDIVO OBVODOVÉ	0,25	5,49	0,04	0,17
P2	ZDIVO SUTERÉNU DO HLOUBKY 1m	0,25	3,70	0,04	0,25
P2'	ZDIVO SUTERÉNU NA ZEMINĚ	0,25	1,70	0,00	0,51
A1	PODLAHA SUTERÉNU - DLAŽBA	0,25	2,54	0,00	0,36
A1	PODLAHA KADEŘNICTVÍ - DLAŽBA	0,25	2,54	0,00	0,36
A5	STROP A PODLAHA S ROZDÍLEM TEPLOT DO 10° C - DLAŽBA	0,25	2,72	0,17	0,32
D1	STROP A PODLAHA S ROZDÍLEM TEPLOT DO 10° C - LAMINÁT	0,25	2,83	0,17	0,31
S1	STŘECHA, SKOLN 30°	0,25	5,26	0,04	0,18
S2	PODKROVNÍ PODHLED	0,25	7,00	0,10	0,14

Tab. 7 Nejnižší vnitřní povrchová teplota a faktor vnitřní povrchové teploty v ploše konstrukce

POSUZOVANÝ PRVEK		θ_{ai} [°C]	θ_e [°C]	R_{si} [m ² K/W]	U_f [W/m ² K]	$\theta_{si,min}$ [°C]	f_{Rsi} [-]
P1	ZDIVO OBVODOVÉ	20,60	-15,00	0,25	0,17	19,06	0,957
P2	ZDIVO SUTERÉNU DO HLOUBKY 1m	18,00	-15,00	0,25	0,25	15,93	0,937
P2'	ZDIVO SUTERÉNU NA ZEMINĚ	18,00	5,00	0,25	0,51	16,33	0,871
A1	PODLAHA SUTERÉNU - DLAŽBA	18,00	5,00	0,25	0,36	16,84	0,910
A1	PODLAHA KADEŘNICTVÍ - DLAŽBA	20,60	5,00	0,25	0,36	19,20	0,910
A5	STROP A PODLAHA S ROZDÍLEM TEPLOT DO 10° C - DLAŽBA	20,60	10,00	0,25	0,32	19,76	0,920
D1	STROP A PODLAHA S ROZDÍLEM TEPLOT DO 10° C - LAMINÁT	20,60	10,00	0,25	0,31	19,79	0,923
S1	STŘECHA, SKOLN 30°	20,60	-15,00	0,25	0,18	19,00	0,955
S2	PODKROVNÍ PODHLED	20,60	0,00	0,25	0,14	19,90	0,966

9.3 Příloha č. 3 - stanovení nejnižší vnitřní povrchové teploty a teplotního faktoru v koutech konstrukcí

Použité vzorce:

$$\xi_{rsi,k} = 1,05 * (U * R_{si,k})^{0,69} [-]$$

kde

U je maximální z U_1 a U_2

$$\xi_{rsi,k} = 0,6 * (U * R_{si,k})^{0,79} * (U_e/U_i)^{0,21} [-]$$

$$f_{Rsi} = 1 - \xi_{rsi,k} [-]$$

$$f_{Rsi} = \frac{\theta_{si,min} - \theta_e}{\theta_{ai} - \theta_e} [-]$$

Tab. 8 Stanovení nejnižší vnitřní povrchové teploty a teplotního faktoru v koutech konstrukcí

	POSUZOVANÝ PRVEK	$U_{1(e)}$ [W/m ² K]	$U_{2(i)}$ [W/m ² K]	R_{sik} [m ² K/W]	$\xi_{rsi,k}$ [-]	f_{Rsi} [-]
P1-P1	ZDIVO OBVODOVÉ - ZDIVO OBVODOVÉ	0,17	0,17	0,25	0,119	0,881
P2-P2	ZDIVO SUTERÉNU DO HLOUBKY 1m - ZDIVO SUTERÉNU DO HLOUBKY 1m	0,25	0,25	0,25	0,155	0,845
P2'-P2'	ZDIVO SUTERÉNU NA ZEMINĚ - ZDIVO SUTERÉNU NA ZEMINĚ	0,51	0,51	0,25	0,249	0,751
P1-S1	ZDIVO OBVODOVÉ - STŘECHA, SKLON 30°	0,17	0,18	0,25	0,124	0,876
P1-A1	ZDIVO OBVODOVÉ - PODLAHA SUTERÉNU	0,17	0,36	0,25	0,199	0,801
P2'-A1	ZDIVO SUTERÉNU DO HLOUBKY 1m - PODLAHA SUTERÉNU	0,25	0,36	0,25	0,199	0,801
P1-P3	ZDIVO OBVODOVÉ - ZDIVO VNITŘNÍ NOSNÉ	0,17	0,89	0,25	0,035	0,965
P2-P3	ZDIVO SUTERÉNU DO HLOUBKY 1m - ZDIVO VNITŘNÍ NOSNÉ	0,25	0,89	0,25	0,051	0,949
P2'-P3	ZDIVO SUTERÉNU NA ZEMINĚ - ZDIVO VNITŘNÍ NOSNÉ	0,51	0,89	0,25	0,105	0,895
P1-A5	ZDIVO OBVODOVÉ - STROP + PODLAHA DLAŽBA	0,17	0,33	0,25	0,043	0,957
P1-D1	ZDIVO OBVODOVÉ - STROP + PODLAHA LAMINÁT	0,17	0,31	0,25	0,044	0,956
P1-A5	ZDIVO SUTERÉNU - STROP + PODLAHA DLAŽBA	0,25	0,33	0,25	0,063	0,937

9.4 Příloha č. 4 - Zatřídění objektu pomocí obálkové metody

Použité vzorce:

$$H_T = A * U * b \text{ [W/K]}$$

$$U_{em} = \frac{H_T}{\sum A} = \frac{261,49}{933} = 0,28 \text{ [W/m K]}$$

$$U_{em,N} = \frac{\sum H_{T,N}}{\sum A} + 0,02 = \frac{333,12}{933} + 0,02 = 0,38 \text{ [W/m K]}$$

$$(U_{em} < U_{em,N} < 0,5) = (0,28 < 0,38 < 0,5) \text{ VYHOVUJE}$$

$$CI = \frac{U_{em}}{U_{em,N}} = \frac{0,28}{0,38} = 0,74 \text{ [-]}$$

Tab. 9 Obálková metoda

POSUZOVANÝ PRVEK		REFERENČNÍ BUDOVA				HODNOCENÁ BUDOVA			
		A [m ²]	U _N [W/m ² K]	b [-]	H _T [W/K]	A [m ²]	U _N [W/m ² K]	b [-]	H _T [W/K]
P1	ZDÍVO OBVODOVÉ	401,88	0,30	1	120,56	401,88	0,177	1	71,13
P2	ZDÍVO SUTERÉNU DO HLOUBKY 1m	60,38	0,30	1	18,11	60,38	0,259	1	15,64
S3	ZDÍVO SUTERÉNU NA ZEMINĚ	120,76	0,85	0,39	40,03	120,76	0,548	0,39	25,81
A1	PODLAHA SUTERÉNU - DLAŽBA A1	119,37	0,85	0,39	39,57	119,37	0,369	0,39	17,18
A1	PODLAHA KADEŘNICTVÍ - DLAŽBA A1	55,5	0,45	0,39	9,74	55,50	0,369	0,39	7,99
A5	STROP A PODLAHA S ROZDÍLEM TEPLOT DO 10 °C - DLAŽBA	14,76	1,05	0,3	4,65	14,76	0,327	0,3	1,45
D1	STROP A PODLAHA S ROZDÍLEM TEPLOT DO 10 °C - LAMINÁT	48,01	1,05	0,3	15,12	48,01	0,310	0,3	4,46
S1	STŘECHA, SKLON 30°	149,1	0,24	1	35,78	149,10	0,185	1	27,58
S2	POKROVNÍ PODHLED	97,55	0,24	0,58	13,58	97,55	0,139	0,58	7,86
1/T	VSTUPNÍ DVEŘE DO BYTOVÉ ČÁSTI	3,53	1,70	1	6,00	3,53	0,809	1	2,86
2/T	VSTUPNÍ DVEŘE ZE ZAHRADY	2,87	1,70	1	4,88	2,87	0,990	1	2,84
3/T	VSTUPNÍ DVEŘE DO KADEŘNICTVÍ	5,88	1,70	1	10,00	5,88	0,843	1	4,96
9/T	8 x OKNO 1500x1500 mm	18	1,50	1	27,00	18,00	0,920	1	16,56
10/T	4 x OKNO 750x1500 mm	4,52	1,50	1	6,78	4,52	0,920	1	4,16
11/T	2 x OKNO 2500x1500 mm	7,5	1,50	1	11,25	7,50	0,861	1	6,46
12/T	3 x OKNO 1500x1250 mm	5,64	1,50	1	8,46	5,64	0,932	1	5,26
13/T	2 x OKNO 750x1250 mm	1,88	1,50	1	2,82	1,88	0,931	1	1,75
14/T	1 x OKNO 2500x1250 mm	3,13	1,50	1	4,70	3,13	0,878	1	2,75
15/T	BALKONOVÉ DVEŘE (VEKRA)	5,88	1,50	1	8,82	5,88	0,869	1	5,11
1/S	6 x STŘEŠNÍ OKNO VELUX GGL 66	6,72	1,40	1	9,41	6,72	1,000	1	6,72
1/G	2 x GARÁŽOVÁ SEKČNÍ VRATA LOMAX	13,75	1,70	1	23,38	13,75	1,220	1	16,78
ΣA		1146,61				1146,61			
ΣH _T					420,64				255,30
TEPELNÉ VAZBY		(1146,61*0,02)			22,93	(1146,61*0,05)			57,33
CELKOVÁ MĚRNÁ TEPELNÁ ZTRÁTA H _T					443,57				312,63
PRŮMĚRNÝ SOUČINITELEL PROSTUPU TEPLA		U _{em,N} =H _{T,N} /ΣA			0,39	U _{em} =H _T /ΣA			0,27
		POŽADOVANÁ HODNOTA				VYHOVUJE POŽADOVANÉ HODNOTĚ			
KLASIFIKAČNÍ TŘÍDA OBÁLKY		U _{em} /U _{em,N} = 0,69				TŘÍDA: B - ÚSPORNÁ			

9.5 Příloha č. 5 - Stanovení vzduchové neprůzvučnosti

Použité vzorce:

$$R'_w = R_w - K \text{ [dB]}$$

Tab. 10 Stanovení vzduchová neprůzvučnosti

POSUZOVANÝ PRVEK		VÁŽENÁ HODNOTA R_w [dB]	K [-]	VYPOČETENÁ HODNOTA R'_w [dB]
P1	ZDIVO OBVODOVÉ	48	4	44
P3	ZDIVO VNITŘNÍ, ODDĚLUJÍCÍ PROVOZOVNU OD BYTOVÉ	49	4	45
A5	STROP + PODLAHA, ODDĚLUJÍCÍ PROVOZOVNU OD BYTOVÉ	51	3	48
A5, D1	STROP + PODLAHA, ODDĚLUJÍCÍ BYTOVE JEDNOTKY	51	3	48