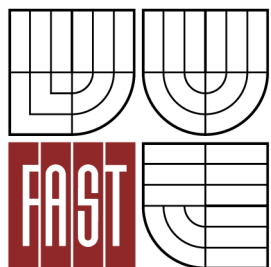




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV POZEMNÍHO STAVITELSTVÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF BUILDING STRUCTURES

SLOŽKA Č. 6

STAVEBNÍ FYZIKA

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

RADEK BUČEK

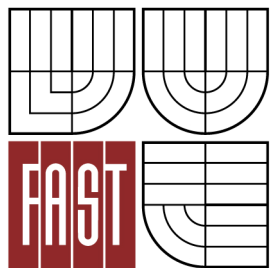
VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. MILOŠ LAVICKÝ, Ph.D.

BRNO 2014



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV POZEMNÍHO STAVITELSTVÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF BUILDING STRUCTURES

STAVEBNÍ FYZIKA

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

RADEK BUČEK

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. MILOŠ LAVICKÝ, Ph.D.

BRNO 2014

1. Identifikační údaje

Navrhovaný RD na parcele č. 681 v katastru obce Domanín je řešen jako nevýrobní, určený pouze k bydlení. Objekt je samostatně stojící, dvoupodlažní a svým dispozičním řešením umožňuje bydlení 4 členné rodiny. Dům je velikostní kategorie 6+kk s garáží.

Obvodové svislé nosné konstrukce budou provedeny z keramický tvárnic Heluz. Stropní konstrukce je navržena z keramobetonových nosníků Heluz a vložek MIAKO. Střecha je řešena jako plochá, s nosnou konstrukcí stopu Heluz se stabilizační vrstvou z praného říčního kameniva. Výplně otvorů jsou dřevěná eurookna a dveře dodané firmou Dare. Komínové tělesa jsou řešena nerezovým systémem Schiedel Kerastar.

1. Účel posouzení

Účelem posouzení je, na základě požadavků vyhlášky č. 268/2006 Sb., o technických požadavcích na stavby ve znění vyhlášky č. 20/2012 ověřit zda konstrukce objektu splňují požadavky uvedené v §16 dané vyhlášky.

2. Podklady

Projektová dokumentace - viz Složka č. 3 - D.1.1 Architektonicko - stavební řešení
viz Složka č. 4 - D.1.2 Stavebně konstrukční řešení

Situace - viz. složka č. 2 - Situační výkresy

Technické listy výrobců

3. Použité normy a předpisy

ČSN 730532:2010 Akustika - Ochrana proti hluku v budovách a posuzování akustických vlastností stavebních výrobků
ČSN 730240:2011 - Tepelná ochrana budov

4. Technické údaje budovy

5.1 Klimatické údaje lokality, okrajové podmínky v exteriéru a interiéru

ČSN 730540:2011 - Tepelná ochrana budov

Objekt se nachází v Jihomoravském kraji, okres Hodonín, 222 m. n. m.

Návrhová vnitřní teplota θ_i	20°C
Návrhová vnější teplota θ_e	-13°C
Relativní vlhkost v interiéru φ	50%

5.2 Charakteristika ochlazovaných konstrukcí budovy - popis a skladby

Mezi ochlazované konstrukce patří:

Obvodové stěny (S6), podzemní stěny (S3), podlahy 1.NP v kontaktu se zeminou (P1), stěna mezi garáží a obytnou částí domu, plochá střecha (S1), stěna světlíku schodiště (S5). Skladby jednotlivých konstrukcí - viz. výpis skladeb

5.3 Charakteristika konstrukcí s požadavky na vzduchovou neprůzvučnost - popis a skladby

Mezi konstrukce na které je kladen požadavek na vzduchovou neprůzvučnost patří:

Obvodová stěna (S6) vnitřní nosná stěna, příčkové zdivo, stropní konstrukce /P7, P8). Skladby jednotlivých konstrukcí - viz. výpis skladeb.

6. Normativní požadavky

6.1 Ochrana proti hluku

Stavební vzduchová neprůzvučnost R_w' [db]

$$R_w' = R_w - k \quad R_w' > R_{w,N}'$$

R_w'	- stavební vzduchová neprůzvučnost
R_w	- laboratorní vážená neprůzvučnost
$R_{w,N}'$	- normová hodnota vzduchové neprůzvučnosti dle ČSN 73 0532:2010
k	- korekce

6.2 Šíření tepla konstrukcí a obálkou budovy

Nejnižší vnitřní povrchová teplota $\theta_{si, \min}$ [$^{\circ}\text{C}$]

$$f_{Rsim} > f_{Rsi,cr}$$

f_{Rsim} - průměrný teplotní faktor vnitřního povrchu [-]

$f_{Rsi,cr}$ - kritický teplotní faktor vnitřního povrchu [-]

Součinitel prostupu tepla U [$\text{m}^2\text{K/W}$]

$$U_{N,20} > U$$

$U_{N,20}$ - normová hodnota součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0240:2011

U - vypočtená hodnota součinitele prostupu tepla

Průměrný součinitel prostupu tepla U_{em} [$\text{m}^2\text{K/W}$]

$$U_{em} = H_T/A \quad U_{em} > U_{em,N}$$

U_{em} - průměrný součinitel prostupu tepla obálkou budovy

$U_{em,N}$ - požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla

H_T - měrná ztráta prostupem tepla [W.K^{-1}]

A - celková plocha ochlazovaných částí budovy [m^2]

7. Údaje o splnění normativních požadavků

7.1 Z hlediska tepelné techniky (dle ČSN 730240)

7.1.1 Nejnižší vnitřní povrchová teplota $\theta_{si, min}$

POSUZOVANÁ KONSTRUKCE	VÝPOČ. HODNOTA TEPLITNÍ FAKTOR f_{Rsim} [-]	POŽADOV. HODNOTA TEPLITNÍ FAKTOR $f_{Rsi,N}$ [-]	POSOUZENÍ
OBVODOVÁ STĚNA (S6)	0,964	0,753	Vyhovuje
PODZEMNÍ STĚNA (S3)	0,961	0,627	Vyhovuje
STĚNA MEZI GARÁŽÍ A OBYTNOU ČÁSTÍ	0,933	0,627	Vyhovuje
STĚNA SVĚTLÍKU SCHODIŠTĚ (S5)	0,936	0,627	Vyhovuje
STROP NAD VENKOVNÍM PROSTŘEDÍM (S4)	0,973	0,753	Vyhovuje
PLOCHÁ STŘECHA (S1)	0,964	0,753	Vyhovuje
PODLAHA NA TERÉNU (P1)	0,936	0,627	Vyhovuje

7.1.2 Součinitel prostupu teplota U

POSUZOVANÁ KONSTRUKCE	VÝPOČTENÁ HODNOTA U [m ² K/W]	NORM. HODNOTA DLE ČSN 73 0540 U_{N} [m ² K/W]	POSOUZENÍ
OBVODOVÁ STĚNA (S6)	0,147	0,30	Vyhovuje
PODZEMNÍ STĚNA (S3)	0,160	0,45	Vyhovuje
STĚNA MEZI GARÁŽÍ A OBYTNOU ČÁSTÍ	0,271	0,60	Vyhovuje
STĚNA SVĚTLÍKU SCHODIŠTĚ (S5)	0,267	0,30	Vyhovuje
STROP NAD VENKOVNÍM PROSTŘEDÍM (S4)	0,110	0,24	Vyhovuje
PLOCHÁ STŘECHA (S1)	0,148	0,24	Vyhovuje
PODLAHA NA TERÉNU (P1)	0,262	0,45	Vyhovuje

7.1.3 Prostup tepla obálkou budovy

Objem budovy V – vnější objem vytápěné zóny budovy, nezahrnuje lodžie, římsy, atiky a základy	859,59 m ³
Celková plocha A – součet vnějších ploch ochlazovaných konstrukcí ohraničujících objem budovy	605,36 m ²
Objemový faktor tvaru budovy A/V	0,70
Převažující vnitřní teplota v otopném období θ_{im}	20 °C
Vnější návrhová teplota v zimním období θ_e	- 13 °C

Ochlazovaná konstrukce	Plocha A_i (m ²)	Součinitel prostupu tepla U_i (W . m ⁻² .K ⁻¹)	Požadovaný součinitel prostupu tepla $U_{N,i}$ (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)
OBVODOVÁ STĚNA	193,40	0,15	0,30	1,00	29,01
PODZEMNÍ STĚNA	25,74	0,16	0,45	0,60	2,47
GARÁŽOVÁ STĚNA	16,09	0,27	0,60	1,00	4,34
STĚNA STĚTLÍKU	4,19	0,27	0,30	1,00	1,13
PODLAHA NA TERÉNU	129,53	0,27	0,45	0,60	20,98
PLOCHÁ STŘECHA	154,48	0,16	0,24	1,00	24,72
PŘESAHLÝ STROP	5,06	0,11	0,24	1,00	0,56
OKENNÍ OTVORY	61,29	0,7	1,5	1,00	42,90
SVĚTLÍK	16,17	1,1	1,5	1,00	17,79
DVEŘNÍ OTVORY	3,60	0,8	1,7	1,00	2,88
Tepelné vazby mezi konstrukcemi	ΣA_i 609,55	ΔU_{tbn} 0,05			146,78 30,48
Celkem					Σ 177,26

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	0,49

	Referenční budova				Hodnocená budova			
Konstrukce	Plocha A [m ²]	Součini tel prostup u tepla U [W/(m ² .K)]	Redukčn í činitel b [--]	Měrná ztráta prostupe m tepla H _T	Plocha A [m ²]	Součinitel prostu pu tepla U [W/(m ² .K)]	Redukčn í činitel b [--]	Měrná ztráta prostupe m tepla H _T
Celkem	61,29	1,5	1	91,94	61,29	0,7	1	42,90
započitatel	16,17	1,5	1	24,26	16,17	1,1	1	17,79
ná plocha	3,60	1,7	1	6,12	3,60	0,8	1	2,88
výplní otvorů								
Celkem	193,40	0,3	1	58,02	193,40	0,15	1	29,01
obvodové	25,74	0,45	0,6	6,95	25,74	0,16	0,6	2,47
stěny po	16,09	0,6	1	9,65	16,09	0,27	1	4,34
odečtení	4,19	0,3	1	1,26	4,19	0,27	1	1,13
výplně otvorů								
Zbývající část plochy výplně otvorů započtená jako obvodová stěna	0			0	0			0
Střecha	154,48	0,24	1,0	37,08	154,48	0,15	1,0	23,17
	5,06	0,24	1,0	1,21	5,06	0,11	1,0	0,56
Podlaha na terénu	129,53	0,45	0,6	34,97	129,53	0,27	0,6	20,98
Celkem	609,55			271,46	609,55			146,78
Tepelné vazby	609,55*0,02			12,19	609,55*0,05			30,48
Celková měrná ztráta prostupem tepla				283,65				177,26
Průměrný součinitel prostu pu tepla	283,65/609,55+0,02 = 0,46 A/V = 609,55/859,59 = 0,71 0,75% z pož. hodnoty 0,49*0,75 = 0,37			pož. 0,49 dop. 0,37	177,26/609,55			0,29
Klasifikační třída obálky budovy				0,29/0,49 = 0,60		Třída B - úsporná		

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	<div> <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>
B	$0,5 \cdot U_{em,N} < U_{em} \leq 0,75 \cdot U_{em,N}$	Úsporná	
C	$0,75 \cdot U_{em,N} < U_{em} \leq U_{em,N}$	Vyhovující	
D	$U_{em,N} < U_{em} \leq 1,5 \cdot U_{em,N}$	Nevyhovující	
E	$1,5 \cdot U_{em,N} < U_{em} \leq 2,0 \cdot U_{em,N}$	Nehospodárná	
F	$2,0 \cdot U_{em,N} < U_{em} \leq 2,5 \cdot U_{em,N}$	Velmi nehospodárná	
G	$U_{em} > 2,5 \cdot U_{em,N}$	Mimořádně nehospodárná	

7.2 Z hlediska vzduchové neprůzvučnosti (dle ČSN 73 0532)

Laboratorní vážená neprůzvučnost	R_w	[db]
Stavební vzduchová neprůzvučnost	R_w'	[db]
Normová hodnota	$R'_{w,N}$	[db]
Korekce k (tvárnice therm)	4	[db]

KONSTRUKCE	R'_{w} [dB]	k	R_w [dB]	$R_{w,N}$	POSOUZENÍ
HELUZ 24 BROUŠENÁ	47	4	43	42	Vyhovuje
HELUZ AKU 11,5	43	4	47	42	Vyhovuje
STROP HELUZ	57	4	67	47	Vyhovuje

8. Závěrečná zhodnocení a navržená opatření

Veškeré ochlazované konstrukce vyhovují na požadované i doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla (konstrukce S5 pouze na požadovanou hodnotu). Konstrukce rovněž vyhovují na nejnižší vnitřní povrchovou teplotu. Z hlediska stavební neprůzvučnosti jsou dodrženy normové hodnoty. Objekt spadá do klasifikační třídy B - úsporná.

ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY						
Typ budovy, místní označení Rodinný dům Adresa budovy Domanín, parc. č. 681					Hodnocení obálky budovy	
Celková podlahová plocha: 170,12 m ²					stávající	doporučení
<div>CI Velmi úsporná</div> <div><div><div>A</div><div>0,5</div><div>B</div><div>0,75</div><div>C</div><div>1,0</div><div>D</div><div>1,5</div><div>E</div><div>2,0</div><div>F</div><div>2,5</div><div>G</div></div><div>Mimořádně ne hospodárná</div></div> <div>0,60</div>						
KLASIFIKACE Třída B - úsporná						
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)					0,49	
Klasifikační ukazatel CI a jím odpovídající hodnoty U_{em}						
CI	0,5	0,75	1,0	1,5	2,0	2,5
U_{em}	0,25	0,37	0,49	0,74	0,98	1,23
Platnost štítku do 16.5.2024			Datum 16.5.2014			
Vypracoval			Radek Buček			

V Brně dne 19.5.2014

.....
podpis autora
Radek Buček

9. Přílohy

9.1 Výkresová část - viz. složka č. 3 - D.1.1 - Architektoniko - stavební řešení, složka č. 4 - D.1.2 - Stavebně konstrukční řešení

9.2 Skladby konstrukcí - viz. složka č. 3 - D.1.1 - Architektoniko - stavební řešení

9.3 Výpočtová část

OBVODOVÁ STĚNA (S6)

Vstupní data:

Návrhová vnitřní teplota θ_i	20°C
Návrhová vnější teplota θ_e	-13°C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu θ_{ai}	21°C
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu φ_i	50%
Kritická vnitřní povrchová vlhkost $\varphi_{si,cr}$	80%
Relativní vnitřní povrchová vlhkost s přírážkou $\varphi_{i,r}$	55%

VÝPOČET SOUČinitele PROSTUPU TEPLA U

SMĚR	POŘADÍ	NÁZEV VRSTVY	d [m]	λ [W/mK]	R= d/ λ [m²K/W]
INTERIÉR	1	Omítka Cemix (jádro + štuk)	0,015	0,890	0,017
	2	Zdivo Heluz Plus 38 broušená	0,380	0,112	3,393
EXTERIÉR	3	Tepelná izolace Isover EPS 100F	0,120	0,037	3,243
Σ					6,653

Odpor při přestupu na straně interiéru [m²K/W]

$$R_{si} = 0,13$$

Odpor při přestupu na straně exteriéru [m^2K/W]

$$R_{se} = 0,04$$

Celkový odpor [m^2K/W]

$$R_T = R_{si} + R + R_{se} = 0,13 + 6,653 + 0,04 = 6,823$$

Součinitel prostupu tepla [W/m^2K]

$$U = 1/R_T = 0,147$$

Posouzení s normovými hodnotami ČSN 73 0540 – 2/2011

Požadovaná < Vypočtená [m^2K/W]	
$U_{N,20} > U$ $0,30 > 0,147$	Vyhovuje
Doporučená < Vypočtená [m^2K/W]	
$U_{rec,20} > U$ $0,25 > 0,147$	Vyhovuje

ZÁVĚR

Konstrukce vyhovuje na doporučenou hodnotu dle normy na prostup tepla konstrukcí.

VÝPOČET NEJNIŽŠÍ VNITŘNÍ POVRCHOVÉ TEPLoty $\theta_{si, min}$

Odpor při přestupu na straně interiéru [m^2K/W]

$$R_{si} = 0,25$$

Odpor při přestupu na straně exteriéru [m^2K/W]

$$R_{se} = 0,04$$

Lokální součinitel prostupu tepla [W/m^2K]

$$U_x = 1/(R_{si} + R + R_{se}) = 1/(0,25 + 6,653 + 0,04) = 0,144$$

Nejnižší vnitřní povrchová teplota [$^{\circ}C$]

$$\theta_{si, min} = \theta_{ai} - U_x \times R_{si} \times (\theta_{ai} - \theta_e) = 21 - 0,144 \times 0,25 \times (21 + 13) = \mathbf{19,78}$$

Průměrný teplotní faktor vnitřního povrchu [-]

$$f_{Rsim} = (\theta_{si, min} - \theta_e) / (\theta_{ai} - \theta_e) = (19,78 + 13) / (21 + 13) = \mathbf{0,964}$$

Kritický teplotní faktor vnitřního povrchu [-]

$$f_{Rsi,cr} = 1 - \frac{237,3 + 2,1 * \theta_{ai}}{\theta_{ai} - \theta_e} * \frac{1}{1,1 - 17,269 / \ln(\varphi_{i,r} / \varphi_{si,cr})} = \mathbf{0,753}$$

Posouzení dle ČSN 73 0540 – 2/2011

$$f_{Rsim} > f_{Rsi,cr} \quad 0,964 > 0,753$$

Vyhovuje

ZÁVĚR

Konstrukce vyhovuje na kritický teplotní faktor vnitřního povrchu.

PODZEMNÍ STĚNA (S3)

Vstupní data:

Návrhová vnitřní teplota θ_i	20°C
Návrhová vnější teplota θ_e	5°C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu θ_{ai}	21°C
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu φ_i	50%
Kritická vnitřní povrchová vlhkost $\varphi_{si,cr}$	80%
Relativní vnitřní povrchová vlhkost s přírážkou $\varphi_{i,r}$	55%

VÝPOČET SOUČiniteLE PROSTUPU TEPLA U

SMĚR	POŘADÍ	NÁZEV VRSTVY	d [m]	λ [W/mK]	R= d/ λ [m²K/W]
INTERIÉR	1	Omítka Cemix (jádro + štuk)	0,015	0,890	0,017
	2	Zdivo Heluz Plus 38 broušená	0,380	0,112	3,393
	3	Penetrační lak Dekprimer			
EXTERIÉR	4	Hydroizolace Elastek 50 Special	0,010	0,210	0,048
	5	Tepelná izolace Isover XPS	0,100	0,038	2,632
				Σ	6,090

Odpor při přestupu na straně interiéru [m²K/W]

$$R_{si} = 0,17$$

Odpor při přestupu na straně exteriéru [m²K/W]

$$R_{se} = 0$$

Celkový odpor [m²K/W]

$$R_T = R_{si} + R + R_{se} = 0,17 + 6,090 + 0 = 6,260$$

Součinitel prostupu tepla [W/m²K]

$$U = 1/ R_T = \mathbf{0,160}$$

Posouzení s normovými hodnotami ČSN 73 0540 – 2/2011

Požadovaná < Vypočtená [$\text{m}^2\text{K/W}$] $U_{N,20} > U$ $0,45 > 0,160$	Vyhovuje
Doporučená < Vypočtená [$\text{m}^2\text{K/W}$] $U_{rec,20} > U$ $0,30 > 0,160$	Vyhovuje

ZÁVĚR

Konstrukce vyhovuje na doporučenou hodnotu dle normy na prostup tepla konstrukcí.

VÝPOČET NEJNIŽŠÍ VNITŘNÍ POVRCHOVÉ TEPLoty $\theta_{si, min}$

Odpor při přestupu na straně interiéru [$\text{m}^2\text{K/W}$]

$$R_{si} = 0,25$$

Odpor při přestupu na straně exteriéru [$\text{m}^2\text{K/W}$]

$$R_{se} = 0$$

Lokální součinitel prostupu tepla [$\text{W/m}^2\text{K}$]

$$U_x = 1/(R_{si} + R + R_{se}) = 1/(0,25 + 6,090 + 0) = 0,157$$

Nejnižší vnitřní povrchová teplota [$^{\circ}\text{C}$]

$$\theta_{si, min} = \theta_{ai} - U_x \times R_{si} \times (\theta_{ai} - \theta_e) = 21 - 0,157 \times 0,25 \times (21 - 5) = \mathbf{20,37}$$

Průměrný teplotní faktor vnitřního povrchu [-]

$$f_{Rsim} = (\theta_{si, min} - \theta_e) / (\theta_{ai} - \theta_e) = (20,37 - 5) / (21 - 5) = \mathbf{0,961}$$

Kritický teplotní faktor vnitřního povrchu [-]

$$f_{Rsi,cr} = 1 - \frac{237,3 + 2,1 \cdot \theta_{ai}}{\theta_{ai} - \theta_e} * \frac{1}{1,1 - 17,269 / \ln(\varphi_{i,r} / \varphi_{si,cr})} = \mathbf{0,627}$$

Posouzení dle ČSN 73 0540 – 2/2011

$$f_{Rsim} > f_{Rsi,cr} \quad 0,961 > 0,627$$

Vyhovuje

ZÁVĚR

Konstrukce vyhovuje na kritický teplotní faktor vnitřního povrchu.

STĚNA MEZI GARÁŽÍ A OBYTNOU ČÁSTÍ DOMU

Vstupní data:

Návrhová vnitřní teplota θ_i	20°C
Návrhová vnější teplota θ_e	5°C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu θ_{ai}	21°C
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu φ_i	50%
Kritická vnitřní povrchová vlhkost $\varphi_{si,cr}$	80%
Relativní vnitřní povrchová vlhkost s přírážkou $\varphi_{i,r}$	55%

VÝPOČET SOUČINITELE PROSTUPU TEPLA U

SMĚR	POŘADÍ	NÁZEV VRSTVY	d [m]	λ [W/mK]	R= d/ λ [m²K/W]
INTERIÉR	1	Omítka Cemix (jádro + štuk)	0,015	0,890	0,017
	2	Zdivo Heluz Plus 38 broušená	0,380	0,112	3,393
EXTERIÉR	3	Omítka Cemix (jádro + štuk)	0,015	0,890	0,017
Σ					3,427

Odpor při přestupu na straně interiéru [m²K/W]

$$R_{si} = 0,13$$

Odpor při přestupu na straně exteriéru [m²K/W]

$$R_{se} = 0,13$$

Celkový odpor [m²K/W]

$$R_T = R_{si} + R + R_{se} = 0,13 + 3,427 + 0,13 = 3,687$$

Součinitel prostupu tepla [W/m²K]

$$U = 1/ R_T = 0,271$$

Posouzení s normovými hodnotami ČSN 73 0540 – 2/2011

Požadovaná < Vypočtená [$\text{m}^2\text{K/W}$] $U_{N,20} > U$ $0,60 > 0,271$	Vyhovuje
Doporučená < Vypočtená [$\text{m}^2\text{K/W}$] $U_{\text{rec},20} > U$ $0,40 > 0,271$	Vyhovuje

ZÁVĚR

Konstrukce vyhovuje na doporučenou hodnotu dle normy na prostup tepla konstrukcí.

VÝPOČET NEJNIŽŠÍ VNITŘNÍ POVRCHOVÉ TEPLoty $\theta_{\text{si}, \text{min}}$

Odpor při přestupu na straně interiéru [$\text{m}^2\text{K/W}$]

$$R_{\text{si}} = 0,25$$

Odpor při přestupu na straně exteriéru [$\text{m}^2\text{K/W}$]

$$R_{\text{se}} = 0,04$$

Lokální součinitel prostupu tepla [$\text{W/m}^2\text{K}$]

$$U_x = 1/(R_{\text{si}} + R + R_{\text{se}}) = 1/(0,25 + 3,427 + 0,04) = 0,269$$

Nejnižší vnitřní povrchová teplota [$^{\circ}\text{C}$]

$$\theta_{\text{si}, \text{min}} = \theta_{\text{ai}} - U_x \times R_{\text{si}} \times (\theta_{\text{ai}} - \theta_e) = 21 - 0,269 \times 0,25 \times (21 - 5) = \mathbf{19,92}$$

Průměrný teplotní faktor vnitřního povrchu [-]

$$f_{R_{\text{sim}}} = (\theta_{\text{si}, \text{min}} - \theta_e) / (\theta_{\text{ai}} - \theta_e) = (19,92 - 5) / (21 - 5) = \mathbf{0,933}$$

Kritický teplotní faktor vnitřního povrchu [-]

$$f_{R_{\text{si}, \text{cr}}} = 1 - \frac{237,3 + 2,1 \cdot \theta_{\text{ai}}}{\theta_{\text{ai}} - \theta_e} * \frac{1}{1,1 - 17,269 / \ln(\varphi_{i,r} / \varphi_{\text{si}, \text{cr}})} = \mathbf{0,627}$$

Posouzení dle ČSN 73 0540 – 2/2011

$$f_{\text{Rsim}} > f_{\text{Rsi,cr}} \quad 0,933 > 0,627$$

Vyhovuje

ZÁVĚR

Konstrukce vyhovuje na kritický teplotní faktor vnitřního povrchu.

STĚNA SVĚTLÍKU SCHODIŠTĚ (S5)

Vstupní data:

Návrhová vnitřní teplota θ_i	20°C
Návrhová vnější teplota θ_e	-15°C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu θ_{ai}	21°C
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu φ_i	50%
Kritická vnitřní povrchová vlhkost $\varphi_{si,cr}$	80%
Relativní vnitřní povrchová vlhkost s přírážkou $\varphi_{i,r}$	55%

VÝPOČET SOUČiniteLE PROSTUPU TEPLA U

SMĚR	POŘADÍ	NÁZEV VRSTVY	d [m]	λ [W/mK]	R= d/ λ [m²K/W]
INTERIÉR	1	Omítka Cemix (jádro + štuk)	0,015	0,890	0,017
	2	Zdivo z CPP	0,140	0,780	0,109
	3	Omítka Cemix vnější	0,010	0,890	0,009
	4	Penetrační lak Dekprimer			
	5	Parozábrana Glastek AL 40 Mineral	0,002	0,160	0,013
EXTERIÉR	6	Tepelná izolace Isover EPS 150S	0,120	0,035	3,429
Σ					3,577

Odpor při přestupu na straně interiéru [m²K/W]

$$R_{si} = 0,13$$

Odpor při přestupu na straně exteriéru [m²K/W]

$$R_{se} = 0,04$$

Celkový odpor [m²K/W]

$$R_T = R_{si} + R + R_{se} = 0,13 + 3,577 + 0,04 = 3,747$$

Součinitel prostupu tepla [W/m²K]

$$U = 1/R_T = 0,26$$

Posouzení s normovými hodnotami ČSN 73 0540 – 2/2011

Požadovaná < Vypočtená [m ² K/W]	
$U_{N,20} > U$ $0,30 > 0,267$	Vyhovuje
Doporučená < Vypočtená [m ² K/W]	
$U_{rec,20} > U$ $0,25 > 0,267$	Nevyhovuje

ZÁVĚR

Konstrukce vyhovuje na doporučenou hodnotu dle normy na prostup tepla konstrukcí.

VÝPOČET NEJNIŽŠÍ VNITŘNÍ POVRCHOVÉ TEPLoty $\theta_{si, min}$

Odpor při přestupu na straně interiéru [m²K/W]

$$R_{si} = 0,25$$

Odpor při přestupu na straně exteriéru [m²K/W]

$$R_{se} = 0,04$$

Lokální součinitel prostupu tepla [W/m²K]

$$U_x = 1/(R_{si} + R + R_{se}) = 1/(0,25 + 3,577 + 0,04) = 0,259$$

Nejnižší vnitřní povrchová teplota [°C]

$$\theta_{si, min} = \theta_{ai} - U_x \times R_{si} \times (\theta_{ai} - \theta_e) = 21 - 0,259 \times 0,25 \times (21 + 13) = \mathbf{18,80}$$

Průměrný teplotní faktor vnitřního povrchu [-]

$$f_{Rsim} = (\theta_{si, min} - \theta_e) / (\theta_{ai} - \theta_e) = (18,80 + 13) / (21 + 13) = \mathbf{0,935}$$

Kritický teplotní faktor vnitřního povrchu [-]

$$f_{Rsi,cr} = 1 - \frac{237,3 + 2,1 \cdot \theta_{ai}}{\theta_{ai} - \theta_e} * \frac{1}{1,1 - 17,269 / \ln(\varphi_{i,r} / \varphi_{si,cr})} = \mathbf{0,753}$$

Posouzení dle ČSN 73 0540 – 2/2011

$$f_{Rsim} > f_{Rsi,cr} \quad 0,935 > 0,753$$

Vyhovuje

ZÁVĚR

Konstrukce vyhovuje na kritický teplotní faktor vnitřního povrchu.

PODLAHA NA TERÉNU (P1)

Vstupní data:

Návrhová vnitřní teplota θ_i	20°C
Návrhová vnější teplota θ_e	5°C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu θ_{ai}	21°C
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu φ_i	50%
Kritická vnitřní povrchová vlhkost $\varphi_{si,cr}$	80%
Relativní vnitřní povrchová vlhkost s přírážkou $\varphi_{i,r}$	55%

VÝPOČET SOUČiniteLE PROSTUPU TEPLA U

SMĚR	POŘADÍ	NÁZEV VRSTVY	d [m]	λ [W/mK]	R= d/ λ [m²K/W]
INTERIÉR	1	Keramická dlažba	0,009	1,010	0,009
	2	Lepící tmel Kerabond	0,003	1,160	0,003
	3	Betonová mazanina C20/25	0,058	1,360	0,043
	4	Separační PE fólie Gefitas			
	5	Tepelná izolace Isover EPS 150S	0,120	0,035	3,429
	6	Hydroizolace Elastek 50 Special	0,010	0,210	0,048
	7	Penetrační lak Dekprimer			
EXTERIÉR	8	Podkladní beton C16/20	0,150	1,360	0,110
				Σ	3,642

Odpor při přestupu na straně interiéru [m²K/W]

$R_{si} = 0,17$

Odpor při přestupu na straně exteriéru [m²K/W]

$R_{se} = 0$

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

$$R_T = R_{si} + R + R_{se} = 0,17 + 3,642 + 0 = 3,812$$

Součinitel prostupu tepla [$\text{W/m}^2\text{K}$]

$$U = 1/R_T = 0,262$$

Posouzení s normovými hodnotami ČSN 73 0540 – 2/2011

Požadovaná < Vypočtená [$\text{m}^2\text{K/W}$] $U_{N,20} > U \quad 0,45 > 0,262$	Vyhovuje
Doporučená < Vypočtená [$\text{m}^2\text{K/W}$] $U_{rec,20} > U \quad 0,30 > 0,262$	Vyhovuje

ZÁVĚR

Konstrukce vyhovuje na doporučenou hodnotu dle normy na prostup tepla konstrukcí.

VÝPOČET NEJNIŽŠÍ VNITŘNÍ POVRCHOVÉ TEPLoty $\theta_{si, min}$

Odpor při přestupu na straně interiéru [$\text{m}^2\text{K/W}$]

$$R_{si} = 0,25$$

Odpor při přestupu na straně exteriéru [$\text{m}^2\text{K/W}$]

$$R_{se} = 0$$

Lokální součinitel prostupu tepla [$\text{W/m}^2\text{K}$]

$$U_x = 1/(R_{si} + R + R_{se}) = 1/(0,25 + 3,642 + 0) = 0,257$$

Nejnižší vnitřní povrchová teplota [$^{\circ}\text{C}$]

$$\theta_{si, min} = \theta_{ai} - U_x \times R_{si} \times (\theta_{ai} - \theta_e) = 21 - 0,257 \times 0,25 \times (21 - 5) = \mathbf{19,97}$$

Průměrný teplotní faktor vnitřního povrchu [-]

$$f_{Rsim} = (\theta_{si, min} - \theta_e) / (\theta_{ai} - \theta_e) = (19,97 - 5) / (21 - 5) = \mathbf{0,936}$$

Kritický teplotní faktor vnitřního povrchu [-]

$$f_{Rsi,cr} = 1 - \frac{237,3 + 2,1 * \theta_{ai}}{\theta_{ai} - \theta_e} * \frac{1}{1,1 - 17,269 / \ln(\varphi_{i,r} / \varphi_{si,cr})} = \mathbf{0,627}$$

Posouzení dle ČSN 73 0540 – 2/2011

$$f_{Rsim} > f_{Rsi,cr} \quad 0,936 > 0,627$$

Vyhovuje

ZÁVĚR

Konstrukce vyhovuje na kritický teplotní faktor vnitřního povrchu.

STROP NAD VENKOVNÍM PROSTŘEDÍM (S4)

Vstupní data:

Návrhová vnitřní teplota θ_i	20°C
Návrhová vnější teplota θ_e	-13°C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu θ_{ai}	21°C
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu φ_i	50%
Kritická vnitřní povrchová vlhkost $\varphi_{si,cr}$	80%
Relativní vnitřní povrchová vlhkost s přírážkou $\varphi_{i,r}$	55%

VÝPOČET SOUČiniteLE PROSTUPU TEPLA U

SMĚR	POŘADÍ	NÁZEV VRSTVY	d [m]	λ [W/mK]	R= d/ λ [m²K/W]
INTERIÉR	1	Laminátová podlaha	0,009	0,220	0,041
	2	Pružná pěnová podložka Geficell	0,003	0,048	0,063
	3	Betonová mazanina C20/25	0,088	1,360	0,065
	4	Separační PE fólie Gefitas			
	5	Kročejová izolace Isover N	0,050	0,036	1,389
	6	ŽB stropní konstrukce	0,100	1,740	0,057
EXTERIÉR	7	Tepelná izolace Isover EPS 100F	0,270	0,037	7,297
				Σ	8,912

Odpor při přestupu na straně interiéru [m²K/W]

$$R_{si} = 0,17$$

Odpor při přestupu na straně exteriéru [m²K/W]

$$R_{se} = 0,04$$

Celkový odpor [m²K/W]

$$R_T = R_{si} + R + R_{se} = 0,17 + 8,912 + 0,04 = 9,122$$

Součinitel prostupu tepla [W/m²K]

$$U = 1/R_T = 0,110$$

Posouzení s normovými hodnotami ČSN 73 0540 – 2/2011

Požadovaná < Vypočtená [m ² K/W] $U_{N,20} > U \quad 0,24 > 0,110$	Vyhovuje
Doporučená < Vypočtená [m ² K/W] $U_{rec,20} > U \quad 0,16 > 0,110$	Vyhovuje

ZÁVĚR

Konstrukce vyhovuje na doporučenou hodnotu dle normy na prostup tepla konstrukcí.

VÝPOČET NEJNIŽŠÍ VNITŘNÍ POVRCHOVÉ TEPLoty $\theta_{si, min}$

Odpor při přestupu na straně interiéru [m²K/W]

$$R_{si} = 0,25$$

Odpor při přestupu na straně exteriéru [m²K/W]

$$R_{se} = 0,04$$

Lokální součinitel prostupu tepla [W/m²K]

$$U_x = 1/(R_{si} + R + R_{se}) = 1/(0,25 + 8,912 + 0,04) = 0,109$$

Nejnižší vnitřní povrchová teplota [°C]

$$\theta_{si, min} = \theta_{ai} - U_x \times R_{si} \times (\theta_{ai} - \theta_e) = 21 - 0,109 \times 0,25 \times (21 + 13) = \mathbf{20,07}$$

Průměrný teplotní faktor vnitřního povrchu [-]

$$f_{Rsim} = (\theta_{si, min} - \theta_e) / (\theta_{ai} - \theta_e) = (20,07 + 13) / (21 + 13) = \mathbf{0,973}$$

Kritický teplotní faktor vnitřního povrchu [-]

$$f_{Rsi,cr} = 1 - \frac{237,3 + 2,1 \cdot \theta_{ai}}{\theta_{ai} - \theta_e} * \frac{1}{1,1 - 17,269 / \ln(\varphi_{i,r} / \varphi_{si,cr})} = \mathbf{0,753}$$

Posouzení dle ČSN 73 0540 – 2/2011

$$f_{Rsim} > f_{Rsi,cr} \quad 0,973 > 0,753$$

Vyhovuje

ZÁVĚR

Konstrukce vyhovuje na kritický teplotní faktor vnitřního povrchu.

PLOCHÁ STŘECHA (S1)

Vstupní data:

Návrhová vnitřní teplota θ_i	20°C
Návrhová vnější teplota θ_e	-13°C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu θ_{ai}	21°C
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu φ_i	50%
Kritická vnitřní povrchová vlhkost $\varphi_{si,cr}$	80%
Relativní vnitřní povrchová vlhkost s přírážkou $\varphi_{i,r}$	55%

VÝPOČET SOUČiniteLE PROSTUPU TEPLA U

SMĚR	POŘADÍ	NÁZEV VRSTVY	d [m]	λ [W/mK]	R= d/ λ [m²K/W]
INTERIÉR	1	Prané říční kamenivo	0,100		
	2	Geotextílie Filtek 500			
	3	Hydroizolace Fatrafol P918	0,002	0,160	0,013
	4	Geotextílie Filtek 500			
	5	Tepelná izolace Isover EPS 150S	0,220	0,035	6,286
	6	Stropní konstrukce Heluz	0,250	0,862	0,290
EXTERIÉR	7	Omítka Cemix (jádro + štuk)	0,015	0,890	0,017
				Σ	6,606

Odpor při přestupu na straně interiéru [m²K/W]

$R_{si} = 0,10$

Odpor při přestupu na straně exteriéru [m²K/W]

$R_{se} = 0,04$

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

$$R_T = R_{si} + R + R_{se} = 0,10 + 6,606 + 0,04 = 6,746$$

Součinitel prostupu tepla [$\text{W/m}^2\text{K}$]

$$U = 1/R_T = 0,148$$

Posouzení s normovými hodnotami ČSN 73 0540 – 2/2011

Požadovaná < Vypočtená [$\text{m}^2\text{K/W}$]	
$U_{N,20} > U$ $0,24 > 0,148$	Vyhovuje
Doporučená < Vypočtená [$\text{m}^2\text{K/W}$]	
$U_{rec,20} > U$ $0,16 > 0,148$	Vyhovuje

ZÁVĚR

Konstrukce vyhovuje na doporučenou hodnotu dle normy na prostup tepla konstrukcí.

VÝPOČET NEJNIŽŠÍ VNITŘNÍ POVRCHOVÉ TEPLoty $\theta_{si, min}$

Odpor při přestupu na straně interiéru [$\text{m}^2\text{K/W}$]

$$R_{si} = 0,25$$

Odpor při přestupu na straně exteriéru [$\text{m}^2\text{K/W}$]

$$R_{se} = 0,04$$

Lokální součinitel prostupu tepla [$\text{W/m}^2\text{K}$]

$$U_x = 1/(R_{si} + R + R_{se}) = 1/(0,25 + 6,606 + 0,04) = 0,145$$

Nejnižší vnitřní povrchová teplota [$^{\circ}\text{C}$]

$$\theta_{si, min} = \theta_{ai} - U_x \times R_{si} \times (\theta_{ai} - \theta_e) = 21 - 0,145 \times 0,25 \times (21 + 13) = \mathbf{19,78}$$

Průměrný teplotní faktor vnitřního povrchu [-]

$$f_{Rsim} = (\theta_{si, min} - \theta_e) / (\theta_{ai} - \theta_e) = (19,78 + 13) / (21 + 13) = \mathbf{0,964}$$

Kritický teplotní faktor vnitřního povrchu [-]

$$f_{Rsi,cr} = 1 - \frac{237,3 + 2,1 * \theta_{ai}}{\theta_{ai} - \theta_e} * \frac{1}{1,1 - 17,269 / \ln(\varphi_{i,r} / \varphi_{si,cr})} = \mathbf{0,753}$$

Posouzení dle ČSN 73 0540 – 2/2011

$$f_{Rsim} > f_{Rsi,cr} \quad 0,964 > 0,753$$

Vyhovuje

ZÁVĚR

Konstrukce vyhovuje na kritický teplotní faktor vnitřního povrchu

VZDUCHOVÁ NEPRŮZVUČNOST

NOSNÁ STĚNA Z KERAMICKÝCH TVÁRNIC HELUZ 24 BROUŠENÁ

Vstupní data:

Laboratorní vážená neprůzvučnost R_w 47 dB

Korekce k (tvárnice therm) 4 dB

VÝPOČET

Stavební vzduchová neprůzvučnost [dB]

$$R'_w = R_w - k = 47 - 4 = 43$$

Posouzení s normovými hodnotami ČSN 73 0540 – 2/2011

Požadovaná < Vypočtená [m^2K/W] $R'_w > R'_{w,N}$ 43 > 42	Vyhovuje
--	----------

PŘÍČKA Z KERAMICKÝCH TVÁRNIC HELUZ AKU 11,5

Vstupní data:

Laboratorní vážená neprůzvučnost R_w 47 dB

Korekce k (tvárnice therm) 4 dB

VÝPOČET

Stavební vzduchová neprůzvučnost [dB]

$$R'_w = R_w - k = 47 - 4 = 43$$

Posouzení s normovými hodnotami ČSN 73 0540 – 2/2011

Požadovaná < Vypočtená [m^2K/W] $R'_w > R'_{w,N}$ 43 > 42	Vyhovuje
--	----------

STROP HELUZ, TL. 250 mm

Vstupní data:

Laboratorní vážená neprůzvučnost R_w 61 dB

Korekce k (tvárnice therm) 4 dB

VÝPOČET

Stavební vzduchová neprůzvučnost [dB]

$$R'_w = R_w - k = 61 - 4 = 57$$

Posouzení s normovými hodnotami ČSN 73 0540 – 2/2011

Požadovaná < Vypočtená [m^2K/W]

$$R'_w > R'_{w,N} \quad 57 > 47$$

Vyhovuje