



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

## ÚSTAV POZEMNÍHO STAVITELSTVÍ

INSTITUTE OF BUILDING STRUCTURES

### ZHODNOCENÍ STAVEBNÍCH KONSTRUKCÍ A OBJEKTU Z HLEDISKA POŽADAVKŮ TEPELNÉ TECHNIKY, AKUSTIKY A OSVĚTLENÍ

#### DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

#### AUTOR PRÁCE

Bc. Tomáš Zelenka

AUTHOR

#### VEDOUCÍ PRÁCE

doc. Ing. MILAN OSTRÝ, Ph.D.

SUPERVISOR

BRNO 2019

## Obsah:

### **1. Účel posouzení**

### **2. Podklady pro zpracování**

### **3. Použité normy a předpisy**

### **4. Normativní požadavky**

**4.1**     *Ochrana proti hluku*

**4.2**     *Úspora energie a ochrana tepla*

**4.3**     *Denní osvětlení*

**4.4**     *Proslunění objektu*

### **5. Popis objektu**

### **6. Charakteristika posuzovaných konstrukcí**

### **7. Výpočet a vyhodnocení vybraných parametrů sledovaného objektu**

**7.1**     *Posouzení zvukoizolačních vlastností vnitřních konstrukcí*

**7.2**     *Hluková studie*

**7.3**     *Tepelně technické posouzení stavebních konstrukcí*

**7.4**     *Úspora energie*

**7.5**     *Posouzení denního osvětlení*

### **8. Závěr a navržená opatření**

**8.1**     *Zvukoizolační vlastnosti konstrukcí*

**8.2**     *Ochrana proti hluku*

**8.3**     *Úspora energie a ochrana tepla*

**8.4**     *Denní osvětlení*

**8.5**     *Proslunění objektu*

### **Přílohy**

P1     Schéma objektu – půdorysy, řezy, situace

P2     Výpočty a grafy

## 1. Účel posouzení

*Účelem* posouzení *je*, na základě Vyhlášky č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby *ověřit*:

- tepelně technické vlastnosti konstrukcí „Mateřské školy v pasivním standardu“;
- posoudit daný objekt z hlediska úspory energie;
- ověřit požadavky z hlediska zajištění denního osvětlení a proslunění objektu;
- ověřit splnění ochrany proti hluku a vibracím v návaznosti na zvukoizolační vlastnosti konstrukcí.

tak, aby byl zajištěn bezpečný a hygienicky nezávadný stav konstrukcí a zajištěna správná funkce objektu.

## 2. Podklady pro zpracování

Podklady pro zpracování zprávy jsou:

- studie včetně textových částí;
- pracovní verze stavební prováděcí části projektu;
- urbanistické a klimatické poměry dané lokality;
- údaje o stacionárních zdrojích hluku a intenzita dopravy na pozemních komunikacích (ŘSD ČR, Brněnské komunikace a.s., apod.).

## 3. Použité normy a předpisy

Pro zpracování posouzení byla použita *platná legislativa*, tj. vyhlášky i normy, ke dni zpracování projektu a posouzení.

- [1] Stavební zákon 183/2006 Sb. ve znění pozdějších předpisů a vyhláška č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby ve znění pozdějších předpisů
- [2] Vyhláška č. 499/2006 Sb., o dokumentaci staveb ve znění pozdějších předpisů
- [3] ČSN 73 0540-1, 3, 4:2005, ČSN 73 0540-2:2011 + Z1:2012 Tepelná ochrana budov
- [4] Vyhláška č. 78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov.
- [5] Nařízení vlády č. 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací.
- [6] ČSN 73 0532:2010 Akustika – Ochrana proti hluku v budovách a posuzování akustických vlastností stavebních výrobků – Požadavky.
- [7] ČSN 73 4301:2004 ve znění Z1:2005, Z2: 2009 a Z3:2012 Obytné budovy.
- [8] ČSN 73 0580-1:2007 ve znění Z1: 2011 a Z2: 2017 Denní osvětlení budov – část 1: Základní požadavky.
- [9] ČSN 73 0580-2:2007 včetně opravy: 2014 Denní osvětlení budov – část 2: Denní osvětlení obytných budov.
- [10] ČSN 73 0580-3:1994 ve znění Z1:1996 a Z2: 1999 Denní osvětlení budov – denní osvětlení škol

## 4. Normativní požadavky

### 4.1 Ochrana proti hluku

- a) **Požadavky** na konstrukce **obvodového pláště, okna**, podle současně platné legislativy (norem).

*Poznámka 1.: Norma ČSN 73 0532 stanovuje požadavky na vzduchovou neprůzvučnost, jejichž splnění je splněním požadavků zákona č. 183/2006 Sb., Stavební zákon, a vyhlášky č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby.*

Neprůzvučnost oken, dílců a částí obvodového pláště (střechy) se hodnotí váženou (laboratorní) neprůzvučností  $R_w$  (dB). Jestliže **plocha oken** zaujímá větší plochu než 50% celkové plochy obvodové konstrukce v místnosti, je minimální požadavek na váženou neprůzvučnost okna  $R_w$  stanoven hodnotou uvedenou v tabulce „Požadavky na zvukovou izolaci obvodových plášťů budov“. Jestliže plocha oken představuje 35% až 50% celkové plochy obvodové konstrukce v místnosti, je minimální požadavek na váženou neprůzvučnost okna  $R_w$  nižší o 3 dB, než hodnota uvedená ve výše jmenované tabulce. Pro okna zaujímající menší plochu než 35% celkové plochy obvodové konstrukce v místnosti je požadavek na váženou neprůzvučnost nižší o 5 dB, než jednočíselná hodnota v uvedené tabulce.

*POZNÁMKA:*

- Za plochu okna se považuje plocha okenního otvoru, tj. okno včetně rámu. Celková plocha obvodové konstrukce v místnosti je plocha obvodového pláště včetně oken při pohledu z místnosti.
- Snižení požadavku na neprůzvučnost okna odpovídající podílu plochy okna na ploše obvodové konstrukce je možno uplatňovat tehdy, jestliže vážená neprůzvučnost plně části obvodového pláště je alespoň o 10 dB vyšší než vážená neprůzvučnost okna.

**Okna** se podle ČSN 73 0532:2010 zařazují do tříd jakosti zvukové izolace oken (TZI). Okno příslušné **třídy zvukové izolace** podle tabulky „Třídy zvukové izolace oken“ vyhovuje požadavkům na neprůzvučnost podle odst. d), jestliže minimální požadovaná **interpolovaná** vážená neprůzvučnost  $R_w$  stanovená podle tabulky „Požadavky na zvukovou izolaci obvodových plášťů budov“ pro příslušnou ekvivalentní hladinu akustického tlaku  $A$ ,  $L_{Aeq,2m}$  venkovního hluku je v rozsahu vážených neprůzvučností příslušejících podle tabulky „Třídy zvukové izolace oken“ této normě. Vyráběná a prodávaná okna by se měla viditelně označovat číslem třídy jakosti zvukové izolace.

**Tab. 1 Třídy zvukové izolace oken**

Třída (TZI)	0	1	2	3	4	5	6
$R_w$ /dB/	$\leq 24$	25 až 29	30 až 34	35 až 39	40 až 44	45 až 49	$\geq 50$

- b) **Požadavky** na konstrukce **vnitřní dělicí**, podle současně platné legislativy (norem).

*Poznámka: Norma ČSN 73 0532 stanovuje požadavky na vzduchovou neprůzvučnost, jejichž splnění je splněním požadavků zákona č. 183/2006 Sb., Stavební zákon, a vyhlášky č. 137/1998 Sb., o obecných technických požadavcích na výstavbu.*

- ČSN 73 0532, čl. 5.1 Vzduchová neprůzvučnost: Vážená stavební neprůzvučnost  $R'_{w,N}$  - **pro stěny a stropy**, určená vážením podle ČSN EN ISO 717 – 1 z třetinooktávových hodnot veličin, změřených podle ČSN EN ISO 140 – 4, **nesmí být nižší** než hodnoty stanovené dle ČSN 73 0532. Konstrukce stěn a stropů mezi místnostmi v budovách **musí vyhovovat minimálním** požadovaným hodnotám  $R'_{w,N_4}$ .

- ČSN 73 0532, čl. 5.2 Kročejová neprůzvučnost: Vážená normalizovaná hladina akustického tlaku kročejového zvuku  $L'_{w,N}$  - **pro stropy**, určená vážením podle ČSN EN ISO 717 – 2 z třetinooktávových hodnot veličin, změřených podle ČSN EN ISO 140 – 7, **nesmí být vyšší** než hodnoty stanovené dle ČSN 73 0532. Konstrukce stropu mezi místnostmi v budovách **musí vyhovovat maximálním** požadovaným hodnotám  $L'_{w,N}$

*Pro porovnání jednočíslných hodnot stanovených výpočtem nebo měřením v laboratoři  $R_w$  a  $L_{nw}$  (dB) (převzatých z podkladů výrobce-dodavatele) s hodnotami normativními  $R'_w$  a  $L'_{nw}$  (dB) je nutné tyto hodnoty upravit korekcí  $k$  (dB), zahrnující vliv vedlejších cest šíření zvuku.*

$$R'_w = R_w - k_1$$

$$L'_{nw} = L_{nw} + k_2$$

## **4.2 Úspora energie a ochrana tepla**

Dle vyhlášky č. 499/2006 Sb. o dokumentaci, příloha 1, je součástí projektové dokumentace přikládáné k žádosti o stavební povolení v části B. Souhrnná technická zpráva, odstavec 7, Úspora energie a ochrana tepla:

- a) splnění požadavků na energetickou náročnost budov a splnění porovnávacích ukazatelů podle jednotné metody výpočtu energetické náročnosti budov,
- b) stanovení celkové energetické spotřeby stavby.

Dle **vyhlášky č. 148/2007 Sb.** o energetické náročnosti budov, jsou porovnávací ukazatele splněny, když budova, její stavební konstrukce a jejich styky jsou navrženy a provedeny tak, že:

1. stavební konstrukce a jejich styky mají ve všech místech nejméně takový tepelný odpor, že na jejich vnitřním povrchu nedochází ke kondenzaci vodní páry a růstu plísní;
2. stavební konstrukce a jejich styky mají nejvýše požadovaný součinitel prostupu tepla a činitel prostupu tepla;
3. uvnitř stavebních konstrukcí nedochází ke kondenzaci vodní páry nebo jen v množství, které neohrožuje jejich funkční způsobilost po dobu předpokládané životnosti;
4. funkční spáry vnějších výplní otvorů mají nejvýše požadovanou nízkou průvzdušnost, ostatní konstrukce a spáry obvodového pláště budovy jsou téměř vzduchotěsné, s požadovaně nízkou celkovou průvzdušností obálky budovy;
5. podlahové konstrukce mají požadovaný pokles dotykové teploty, zajišťovaný jejich tepelnou jímavostí a teplotou na vnitřním povrchu;
6. místnosti mají požadovanou tepelnou stabilitu v zimním i letním období, snižující riziko jejich přílišného chladnutí a přehřívání;
7. budova má nejvýše požadovaný průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy.

Z výše uvedeného vyplývá, že je třeba **respektovat funkční požadavky na tepelně technické vlastnosti konstrukcí a budov** podle platné ČSN 73 0540-2:2011.

### **4.2.1 Tepelně technické posouzení stavebních konstrukcí**

#### **A. Nejnižší vnitřní povrchová teplota konstrukce**

Vnitřní povrchová teplota hodnotí v poměrném tvaru jako hodnota **teplotního faktoru vnitřního povrchu**. V zimním období musí konstrukce v prostorech s relativní vlhkostí

vnitřního vzduchu  $\varphi_i \leq 60\%$  vykazovat v každém místě teplotní faktor vnitřního povrchu dle následujícího vztahu:

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

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

kde

$f_{Rsi,N}$  požadovaná hodnota nejnižšího teplotního faktoru vnitřního povrchu [-];

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

**Kritický teplotní faktor vnitřního povrchu  $f_{Rsi,cr}$**  je hodnota při které bude relativní vlhkost na vnitřním povrchu dosahovat předepsaného maxima. Způsoby stanovení:

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

kde  $\theta_{ai}$  je návrhová teplota vnitřního vzduchu, ve °C, stanovená pro budovu nebo její ucelenou část pro požadované užívání podle ČSN 73 0540-3;

$\theta_e$  návrhová vnější teplota podle ČSN 73 0540-3, ve °C, která se stanoví jako návrhová teplota prostředí přilehlého k vnější straně konstrukce v zimním období (např. teplota venkovního vzduchu  $\theta_{ae}$  u vnějších konstrukcí, teplota vnitřního vzduchu přilehlého prostředí u vnitřních konstrukcí a teplota zeminy u konstrukcí přilehlých k zemině);

$\varphi_{i,r}$  relativní vlhkost vnitřního vzduchu pro stanovení požadavku na nejnižší vnitřní povrchovou teplotu konstrukce, v %, která se určí:

a) pro prostory, v nichž je trvale a prokazatelně upravována vlhkost vzduchu v duchotechnikou, ze vztahu

$$\varphi_{i,r} = \varphi_i + \Delta\varphi_i \quad (5)$$

kde  $\varphi_i$  je návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu v zimním období, v %, trvale a prokazatelně zajišťovaná pro požadované užívání budovy nebo její ucelené části v duchotechnikou v prostoru podél celé hodnocené konstrukce;

$\Delta\varphi_i$  bezpečnostní vlhkostní přírážka podle ČSN EN ISO 13788, v %; uvažuje se  $\Delta\varphi_i = 5 \%$ ;

b) pro ostatní prostory ze vztahu

$$\varphi_{i,r} = \varphi_i + 100 \cdot \Delta\varphi_f \cdot (\theta_{ae} + 5) + \Delta\varphi_i \quad (6)$$

kde  $\varphi_i$  je návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu v zimním období, v %, stanovená pro budovu nebo její ucelenou část pro požadované užívání podle ČSN 73 0540-3; kromě prostorů s vlhkým, mokrým nebo suchým prostředím se uvažuje  $\varphi_i = 50 \%$ ;

$\Delta\varphi_f$  změna relativní vlhkosti vnitřního vzduchu vlivem teploty venkovního vzduchu, v  $K^{-1}$ ; uvažuje se  $\Delta\varphi_f = 0,01 K^{-1}$ ;

$\theta_e$  návrhová teplota venkovního vzduchu v zimním období podle ČSN 73 0540-3, ve °C;

$\Delta\varphi_i$  bezpečnostní vlhkostní přírážka podle ČSN EN ISO 13788, v %; uvažuje se  $\Delta\varphi_i = 5 \%$ ;

$\varphi_{si,cr}$  kritická vnitřní povrchová vlhkost, v %, je relativní vlhkost vzduchu bezprostředně při vnitřním povrchu konstrukce, která nesmí být pro danou konstrukci překročena. Pro výplně otvorů podle 4.6 je kritická vnitřní povrchová vlhkost  $\varphi_{si,cr} = 100 \%$  (riziko orosování), pro ostatní konstrukce je kritická vnitřní povrchová vlhkost  $\varphi_{si,cr} = 80 \%$  (riziko růstu plísní).

Pro konstrukce v prostorách s návrhovou relativní vlhkostí vnitřního vzduchu  $\varphi_i = 50 \%$  lze pro stanovení kritického teplotního faktoru vnitřního povrchu  $f_{Rsi,cr}$  použít tabulku.

**Tab. 2 Požadované a doporučené hodnoty kritického teplotního faktoru vnitřního povrchu  $f_{Rsi,cr}$  pro relativní vlhkost vnitřního vzduchu  $\varphi_i = 50\%$**

Konstrukce	Návrhová teplota vnitřního vzduchu $\theta_{ai}$ [°C]	Návrhová venkovní teplota $\theta_e$ [°C]								
		-13	-14	-15	-16	-17	-18	-19	-20	-21
		Kritický teplotní faktor vnitřního povrchu $f_{Rsi,cr}$								
Výplň otvoru	20,0	0,647	0,648	0,649	0,649	0,650	0,650	0,650	0,650	0,650
	20,3	0,649	0,650	0,651	0,652	0,652	0,652	0,652	0,652	0,651
	20,6	0,652	0,653	0,653	0,654	0,654	0,654	0,654	0,654	0,653
	20,9	0,654	0,655	0,655	0,656	0,656	0,656	0,656	0,655	0,655
	21,0	0,655	0,656	0,656	0,656	0,657	0,657	0,656	0,656	0,655
Stavební konstrukce	20,0	0,748	0,746	0,744	0,751	0,757	0,764	0,770	0,776	0,781
	20,3	0,750	0,747	0,745	0,752	0,759	0,765	0,771	0,777	0,782
	20,6	0,751	0,749	0,747	0,754	0,760	0,766	0,772	0,778	0,783
	20,9	0,753	0,751	0,748	0,755	0,762	0,768	0,773	0,779	0,784
	21,0	0,753	0,751	0,749	0,756	0,762	0,768	0,774	0,779	0,785

**Tab. 3 Teplota odpovídající kritickému teplotnímu faktoru vnitřního povrchu  $f_{Rsi,cr}$  pro návrhovou relativní vlhkost vnitřního vzduchu  $\varphi_i = 50 \%$**

Konstrukce	Návrhová teplota vnitřního vzduchu $\theta_{ai}$ [°C]	Návrhová venkovní teplota $\theta_e$ [°C]								
		-13	-14	-15	-16	-17	-18	-19	-20	-21
		Teplota odpovídající kritickému teplotnímu faktoru vnitřního povrchu $f_{Rsi,cr}$								
Výplň otvoru	20,0	8,35	8,03	7,72	7,36	7,05	6,70	6,35	6,00	5,65
	20,3	8,61	8,30	7,98	7,67	7,32	6,97	6,62	6,28	5,89
	20,6	8,91	8,59	8,25	7,94	7,59	7,24	6,90	6,55	6,16
	20,9	9,17	8,86	8,51	8,21	7,86	7,52	7,17	6,79	6,44
	21,0	9,27	8,96	8,62	8,27	7,97	7,62	7,24	6,90	6,51
Stavební konstrukce	20,0	11,68	11,36	11,04	11,02	11,02	11,02	11,02	11,02	11,02
	20,3	11,98	11,62	11,30	11,30	11,30	11,30	11,30	11,30	11,30
	20,6	12,23	11,92	11,59	11,58	11,58	11,58	11,58	11,58	11,58
	20,9	12,53	12,21	11,85	11,86	11,86	11,86	11,86	11,86	11,86
	21,0	12,60	12,29	11,96	11,96	11,96	11,96	11,96	11,96	11,96

## **B. Součinitel prostupu tepla**

Konstrukce vytápěných nebo klimatizovaných budov musí mít v prostorech s relativní vlhkostí vnitřního vzduchu  $\varphi_i \leq 60\%$  součinitel prostupu tepla  $U$  takový, aby splňoval podmínku:

$$U \leq U_N$$

kde  $U_N [W.m^{-2}.K^{-1}]$  je požadovaná normová hodnota součinitele prostupu tepla.

Požadovaná a doporučená hodnota součinitele prostupu tepla se stanoví:

- pro budovy s **převažující návrhovou vnitřní teplotou 20°C** (budovy obytné, občanské nevýrobní a nebytové s převážně dlouhodobým pobytem lidí a jiné budovy s převažující návrhovou vnitřní teplotou v rozmezí od 18°C do 22°C včetně) a pro všechny návrhové venkovní teploty stanovujeme hodnotu  $U_N$  podle tabulky.
- pro ostatní budovy ze vztahu:

$$U_N = U_{N,20} \cdot e_1$$

kde

$U_{N,20}$  součinitel prostupu tepla z tabulky 9 [ $W.m^{-2}.K^{-1}$ ];

Kde  $e_1 = 16/(\theta_{in}-4)$

kde  $\theta_{in}$  je převažující vnitřní teplota, ve °C.



**Tab. 4 Požadované a doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla  $U_N$  pro budovy s převažující návrhovou vnitřní teplotou  $\theta_{im} = 20^\circ\text{C}$ .**

Popis konstrukce		Součinitel prostupu tepla $U_{N,20}$ [W/(m <sup>2</sup> ·K)]		
		Požadované hodnoty	Doporučené hodnoty	Doporučené hodnoty pro pasivní budovy
Stěna vnější		0,30 <sup>1)</sup>	těžká: 0,25	0,18 až 0,12
			lehká: 0,20	
Střecha strmá se sklonem nad 45°		0,30	0,20	0,18 až 0,12
Střecha plochá a šikmá se sklonem do 45° včetně		0,24	0,16	0,15 až 0,10
Strop s podlahou nad venkovním prostorem		0,24	0,16	0,15 až 0,10
Strop pod nevytápěnou půdou (se střechou bez tepelné izolace)		0,30	0,20	0,15 až 0,10
Stěna k nevytápěné půdě (se střechou bez tepelné izolace)		0,30 <sup>1)</sup>	těžké: 0,25	0,18 až 0,12
			lehké: 0,20	
Podlaha a stěna vytápěného prostoru přilehlá k zemině <sup>4), 6)</sup>		0,45	0,30	0,22 až 0,15
Strop a stěna vnitřní z vytápěného k nevytápěnému prostoru		0,60	0,40	0,30 až 0,20
Strop a stěna vnitřní z vytápěného k temperovanému prostoru		0,75	0,50	0,38 až 0,25
Strop a stěna vnější z temperovaného prostoru k venkovnímu prostředí		0,75	0,50	0,38 až 0,25
Podlaha a stěna částečně vytáp. prostoru přilehlá k zemině <sup>6)</sup>		0,85	0,60	0,45 až 0,30
Stěna mezi sousedními budovami <sup>4)</sup>		1,05	0,70	0,5
Strop mezi prostory s rozdílem teplot do 10 °C včetně		1,05	0,70	
Stěna mezi prostory s rozdílem teplot do 10 °C včetně		1,30	0,90	
Strop vnitřní mezi prostory s rozdílem teplot do 5 °C včetně		2,2	1,45	
Stěna vnitřní mezi prostory s rozdílem teplot do 5 °C včetně		2,7	1,80	
Výplň otvoru ve vnější stěně a strmé střeše, z vytápěného prostoru do venkovního prostředí, kromě dveří		1,5 <sup>2)</sup>	1,2	0,8 až 0,6
Šikmá výplň otvoru se sklonem do 45°, z vytápěného prostoru do venkovního prostředí		1,4 <sup>7)</sup>	1,1	0,9
Dveřní výplň otvoru z vytápěného prostoru do venkovního prostředí (včetně rámu)		1,7	1,2	0,9
Výplň otvoru vedoucí z vytápěného do temperovaného prostoru		3,5	2,3	1,7
Výplň otvoru vedoucí z temperovaného prostoru do venkovního prostředí		3,5	2,3	1,7
Šikmá výplň otvoru se sklonem do 45° vedoucí z temperovaného prostoru do venkovního prostředí		2,6	1,7	1,4
Lehký obvodový plášť (LOP), hodnocený jako smontovaná sestava včetně nosných prvků, s poměrnou plochou průsvitné výplně otvoru $f_w = A_w / A$ , v m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> , kde $A$ je celková plocha lehkého obvodového pláště (LOP), v m <sup>2</sup> ; $A_w$ plocha průsvitné výplně otvoru sloužící převážně k osvětlení interiéru včetně příslušných částí rámu v LOP, v m <sup>2</sup> .	$f_w \leq 0,5$	$0,3 + 1,4 \cdot f_w$	$0,2 + f_w$	$0,15 + 0,85 \cdot f_w$
	$f_w > 0,5$	$0,7 + 0,6 \cdot f_w$		

Kovový rám výplně otvoru	-	1,8	1,4	
Nekovový rám výplně otvoru <sup>5)</sup>	-	1,3	0,9 – 0,7	
Rám lehkého obvodového pláště	-	1,8	1,4	
1) Pro jednovrstvé zdivo se nejpozději do 31.12.2012 připouští hodnota 0,38 W/(m²K). 2) Nejpozději do 31.12.2012 se připouští hodnota 1,7 W/(m²K). 3) Nemusí se vždy jednat o teplosměnnou plochu, ovšem s ohledem na postup výstavby a možné změny způsobu užívání se zajišťuje tepelná ochrana na uvedené úrovni. 4) V případě podlahového a stěnového vytápění se do hodnoty součinitele prostupu tepla započítávají pouze vrstvy od roviny, ve které je umístěno vytápění, směrem do exteriéru. 5) Platí i pro rámy využívající kombinace materiálů, včetně kovových, jako jsou například dřevo-hliníkové rámy. 6) Odpovídá výpočtu součinitele prostupu tepla podle ČSN 73 0540-4 (bez vlivu zeminy), nikoli výslednému působení podle ČSN EN ISO 13370. 7) Nejpozději do 31.12.2012 se připouští hodnota 1,5 W/(m²K).				

### **C. Pokles dotykové teploty podlahy**

Podle [3], **čl. 5.3** je nutné splnění požadavku na hodnotu poklesu dotykové teploty podlahy  $\Delta\theta_{10}$ , ve °C a to následující podmínkou:

$$\Delta\theta_{10} \leq \Delta\theta_{10,N}$$

kde  $\Delta\theta_{10,N}$  je požadovaná hodnota poklesu dotykové teploty podlahy, ve °C

*POZNÁMKA:*

- Splnění výše uvedené podmínky není třeba ověřovat u podlah s trvalou nášlapnou celoplošnou vrstvou z textilní podlahoviny a u podlah s povrchovou teplotou trvale vyšší než 26°C. Podlahy jsou automaticky v kategorii I.
- Pro podlahy s podlahovým vytápěním se pokles dotykové teploty  $\Delta\theta_{10}$  stanovuje a ověřuje pro vnitřní povrchovou teplotu podlahy  $\theta_{si}$  stanovenou bez vlivu vytápění při návrhové venkovní teplotě  $\theta_e = 13^\circ\text{C}$ .

**Tab. 5 Kategorie podlah z hlediska poklesu dotykové teploty podlahy  $\Delta\theta_{10,N}$**

Kategorie podlahy	Pokles dotykové teploty podlahy $\Delta\theta_{10,N}$ [°C]
I. Velmi teplé	do 3,8 včetně
II. Teplé	do 5,5 včetně
III. Méně teplé	do 6,9 včetně
IV. Studené	od 6,9

**Tab.6 Kategorie podlah – požadované a doporučené hodnoty**

Druh budovy	Účel místnosti	Kategorie podlahy	
		Požadovaná	Doporučená

Obytná budova	dětský pokoj, ložnice	I.	
	obývací pokoj, pracovna, předsíň sousedící s pokoji, kuchyň	II.	I.
	koupelna, WC	III.	II.
	předsíň před vstupem do bytu	IV.	III.
Občanská budova	učebna, kabinet	II.	
	tělocvična	II.	
	dětská místnost jeslí a školky	I.	
	operační sál, předsálí, ordinace, přípravná, vyšetřovna, služební místnost	II.	
	chodba a předsíň nemocnice	III.	II.
	pokoj dospělých nemocných	II.	I.
	pokoj nemocných dětí	I.	
	pokoj intenzivní péče	II.	I.
	kancelář	II.	
	hotelový pokoj	II.	
	pokoj v ubytovně	III.	II.
	sál kina, divadla	II.	
	místa pro hosty v restauraci	III.	II.
	prodejna potravin	III.	
Výrobní budova	trvalé pracovní místo při sedavé práci	II.	
	trvalé pracovní místo bez podlahy nebo předepsané teplé obuvi	III.	II.
	sklad se stálou obsluhou	IV.	III.

#### **D. Zkondenzované množství vodní páry uvnitř konstrukce a celoroční bilance kondenzace a vypařování**

Stavební konstrukce navržena tak, aby v ní **nedocházelo ke kondenzaci vodní páry**, pokud by zkondenzovaná vodní pára ohrozila její požadovanou funkci, tedy:

$$M_c = 0$$

Pro stavební konstrukci, u které kondenzace vodní páry uvnitř neohroží její požadovanou funkci, se požaduje omezení ročního množství zkondenzované vodní páry uvnitř konstrukce  $M_{c,a}$  v  $[\text{kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{rok}^{-1}]$  tak, aby splňovalo podmínku:

$$M_c \leq M_{c,N}$$

Pro jednoplášťovou střechu, konstrukci se zabudovanými dřevěnými prvky, konstrukci s vnějším tepelně izolačním systémem nebo vnějším obkladem, popř. jinou obvodovou konstrukci s difúzně málo propustnými vnějšími povrchovými vrstvami, je nižší z hodnot:

$$M_{c,N} = 0,10 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$$

nebo 3 % plošné hmotnosti materiálu, ve kterém dochází ke kondenzaci vodní páry,

je-li jeho objemová hmotnost vyšší než  $100 \text{ kg}/\text{m}^3$ ; pro materiál s objemovou hmotností  $\rho \leq 100 \text{ kg}/\text{m}^3$  se použije 6 % jeho plošné hmotnosti;

pro ostatní stavební konstrukce je nižší z hodnot

$$M_{c,N} = 0,50 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$$

nebo 5 % plošné hmotnosti materiálu, ve kterém dochází ke kondenzaci vodní páry,

je-li jeho objemová hmotnost vyšší než  $100 \text{ kg}/\text{m}^3$ ; pro materiál s objemovou hmotností  $\rho \leq 100 \text{ kg}/\text{m}^3$  se použije 10 % jeho plošné hmotnosti.

Ve stavební konstrukci s připuštěnou omezenou kondenzací vodní páry uvnitř konstrukce podle 6.1.2 nesmí v roční bilanci kondenzace a vypařování vodní páry zbýt žádné zkondenzované množství vodní páry, které by trvale zvyšovalo vlhkost konstrukce. Roční množství zkondenzované vodní páry uvnitř konstrukce  $M_c$ , v  $\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$  tedy musí být nižší než roční množství vypařitelné vodní páry uvnitř konstrukce  $M_{ev}$ , v  $\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ .

## **E. Šíření vzduchu konstrukcí a budovou**

Funkční spáry výplní otvorů a lehkých obvodových plášťů musí nejvýše odpovídat příslušné požadované hodnotě třídy průvzdušnosti uvedené v tabulce. Pokud je budova složena z ucelených částí s odlišnými požadavky (výška, způsob větrání), posuzuje se každá část samostatně. Na rozhraní takových ucelených částí platí přísnější z požadavků. Třídy LP1 a LP2 odpovídají klasifikaci lehkých obvodových plášťů podle ČSN EN 12 152

**Tab.7 Požadované hodnoty třídy průvzdušnosti vztažené na délku spáry**

Funkční spára ve výplni otvoru	Požadovaná hodnota třídy průvzdušnosti	
	Budova s větráním přirozeným nebo kombinovaným	Budova s větráním výlučně nuceným
Lehký obvodový plášť	LP1	LP2

Celková průvzdušnost obálky budovy nebo její ucelené části se může ověřit pomocí celkové intenzity větrání  $n_{50}$  při tlakovém rozdílu 50 Pa, v  $\text{h}^{-1}$ , stanovené experimentálně podle ČSN EN ISO 13829. Doporučuje se splnění podmínky:

$$n_{50} \leq n_{50,N}$$

kde  $n_{50,N}$  je hodnota celkové intenzity větrání při tlakovém rozdílu 50 Pa, v  $\text{h}^{-1}$ , která se stanoví podle tabulky

Jako projektový předpoklad se pro výpočet energetické náročnosti budovy použijí hodnoty doporučené podle tabulky, pokud nebyly hodnoty zjištěné měřením, například při dodatečném vyhodnocení realizované budovy nebo při přípravě energetické obnovy budovy.

**Tab.8 Doporučené a cílové hodnoty celkové intenzity větrání  $n_{50,N}$**

Větrání v budově	$n_{50,N} [\text{h}^{-1}]$	
	Úroveň I	Úroveň II
Přirozené nebo kombinované	4,5	3,0
Nucené	1,5	1,2
Nucené se zpětným získáváním tepla	1,0	0,8
Nucené se zpětným získáváním tepla v budovách se zvláště nízkou potřebou tepla na vytápění (pasivní domy)	0,6	0,4

Doporučuje se, aby průvzdušnost místností, kde se použije nuceného větrání nebo klimatizace, byla velmi malá. Hodnotí se pomocí výpočtem stanovené intenzity přirozené výměny vzduchu bez započtení funkce větracího nebo klimatizačního zařízení  $n$ , v  $\text{h}^{-1}$ , pro zimní návrhové podmínky. Doporučuje se, aby takto stanovená intenzita větrání splňovala požadavek:

$$n \leq 0,05 \text{ h}^{-1}$$

pokud zvláštní předpisy a provozní podmínky nepožadují hodnoty vyšší (např. v nouzovém provozním režimu při výpadku větracího nebo klimatizačního zařízení).

## **F. Tepelná stabilita místností v zimním období**

Kritická místnost (tj. vnitřní prostor) vykazovat na konci doby chladnutí, tj. na konci otopné přestávky  $t$  pokles výsledné teploty podle vztahu:

$$\Delta \theta_v(t) \leq \Delta \theta_{v,N}(t)$$

kde  $\Delta \theta_{v,N}(t)$  je požadovaná hodnota poklesu výsledné teploty v místnosti v zimním období, ve  $^{\circ}\text{C}$ .

**Tab.9 Požadované hodnoty poklesu výsledné teploty v místnosti v zimním období**

<b>Druh místnosti (prostoru)</b>	<b><math>\Delta \theta_{v,N}(t) [^{\circ}\text{C}]</math></b>
<u>S pobytem lidí po přerušení vytápění:</u>	
- při vytápění radiátory, sálavými panely a teplovzdušně;	3
- při vytápění kamny a podlahovým vytápění.	4
<u>Bez pobytu lidí po přerušení vytápění:</u>	
- při přerušení vytápění otopnou přestávkou - budova masivní	6
- budova lehká;	8
- při předepsané nejnižší výsledné teplotě $\theta_{r,min}$ ;	$\theta_t - \theta_{r,min}$
- při skladování potravin;	$\theta_t - 8$
- při nebezpečí zamrznutí vody.	$\theta_t - 1$
Nádrže s vodou (teplota vody)	$\theta_t - 1$

### G. Tepelná stabilita místností v letním období

Kritická místnost (tj. vnitřní prostor) vykazovat nejvyšší denní teplotu vzduchu v místnosti v letním období  $\theta_{ai,max}$  (°C) tak, aby byla splněna podmínka:

$$\theta_{ai,max} \leq \theta_{ai,max,N}$$

**Tab.10 Požadované hodnoty nejvyšší denní teploty vzduchu v místnosti v letním období**

Druh budovy	Nejvyšší denní teplota vzduchu v místnosti v letním období $\theta_{ai,max,N}$ [°C]
Nevýrobní	27,0
Ostatní s vnitřním zdrojem tepla – do 25 W.m <sup>-3</sup> včetně	29,5
Ostatní s vnitřním zdrojem tepla – nad 25 W.m <sup>-3</sup>	31,5

#### **4.2.2 Průměrný součinitel prostupu tepla**

Průměrný součinitel prostupu tepla  $U_{em}$ , ve W/(m<sup>2</sup>·K), budovy nebo vytápěné zóny musí splňovat podmínku:

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

kde  $U_{em,N}$  je požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla, ve W/(m<sup>2</sup>·K)

Požadovaná hodnota  $U_{em,N}$  se stanoví:

- a) pro budovy s převažující návrhovou vnitřní teplotou  $\theta_{im} = 20$  °C a pro všechny návrhové venkovní teploty podle tabulky;

Převažující návrhová vnitřní teplota  $\theta_{im}$ , ve °C, odpovídá návrhové vnitřní teplotě  $\theta_i$  většiny prostorů v budově. Za budovy s převažující návrhovou vnitřní teplotou  $\theta_{im} = 20$  °C, pro které platí tabulka, se považují všechny budovy obytné (nevýrobní bytové), občanské (nevýrobní nebytové) s převážně dlouhodobým pobytem lidí (např. školské, administrativní, ubytovací, veřejně správní, stravovací, většina zdravotnických) a jiné budovy, pokud vypočítaná převažující návrhová vnitřní teplota  $\theta_{im}$  je v intervalu od 18 °C do 22 °C včetně.

- b) pro ostatní budovy ze vztahu:

$$U_{em,N} = U_{em,N,20} \cdot e_1$$

kde  $U_{N,20}$  je průměrný součinitel prostupu tepla z tabulky ve W/(m<sup>2</sup>·K);

$e_1$  součinitel typu budovy

Průměrný součinitel obálky budovy  $U_{em}$ , ve W/(m<sup>2</sup>·K), se stanovuje ze vztahu

$$U_{em} = \frac{H_T}{A}$$

kde

$H_T$  je měrná ztráta prostupem tepla podle ČSN EN ISO 13789, ve W/K, stanovená ze součinitelů prostupu tepla  $U_j$  všech teplosměnných konstrukcí tvořících obálku budovy na její systémové hranici dané vnějšími rozměry, jejich ploch  $A_j$  určených z vnějších rozměrů, odpovídajících teplotních redukčních činitelů  $b_j$ , lineárních činitelů prostupu tepla  $\Psi_j$  včetně jejich délky a bodových činitelů prostupu tepla  $\chi_j$  včetně jejich počtu podle ČSN 73 0540-4;

$A$  je teplosměnná plocha obálky budovy, v  $m^2$ , stanovená součtem ploch  $A_j$

Požadovaná hodnota  $U_{em,N}$  se stanoví výpočtem pro každý posuzovaný případ metodou referenční budovy, nejvýše však je rovna příslušné hodnotě podle tabulky. Referenční budova je virtuální budova stejných rozměrů a stejného prostorového uspořádání jako budova hodnocená, shodného účelu a shodného umístění, na jejíchž všech plochách obálky budovy jsou použity konstrukce se součiniteli prostupu tepla právě odpovídajícími příslušné normové hodnotě. Pokud součet ploch výplní otvorů tvoří více než 50 % teplosměnné části obvodových stěn budovy, započte se takto pouze 50 % a ve zbytku se uvažuje normová hodnota součinitele prostupu tepla neprůsvitného obvodového pláště.

Hodnota  $U_{em, ref}$  referenční budovy se stanoví jako vážený průměr normových hodnot součinitelů prostupu tepla všech teplosměnných ploch podle vztahu:

$$U_{em, ref} = \Sigma (U_{N,i} \cdot A_i \cdot b_j) / \Sigma A_i + 0,02$$

kde

$U_{N,j}$  je odpovídající normová požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla j-té teplosměnné konstrukce, v  $W/(m^2K)$ ;

$A_j$  plocha j-té teplosměnné konstrukce stanovená z vnějších rozměrů, v  $m^2$ ;

$b_j$  teplotní redukční činitel odpovídající j-té konstrukci.

**Tab. 11 Požadované a doporučené hodnoty průměrného součinitele prostupu tepla obálky budovy pro budovy s převládající návrhovou vnitřní teplotou 20 °C**

	Požadované hodnoty $U_{em,N,20}$ [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	Doporučené hodnoty [W/(m <sup>2</sup> ·K)]
Obytné budovy	Výsledek výpočtu nejvýše však 0,5	$0,75 \cdot U_{em,N,20}$
Ostatní budovy	Výsledek výpočtu nejvýše však hodnota: <i>Pro objemový faktor tvaru:</i> $A/V \leq 0,2$ $U_{rq,N,20} = 1,05$ $A/V > 1,0$ $U_{rq,N,20} = 0,45$ <i>Pro ostatní hodnoty A/V</i> $U_{rq,N,20} = 0,30 + 0,15/(A/V)$ .	$0,75 \cdot U_{em,N,20}$

#### 4.2.3 Lineární a bodový činitel prostupu tepla

Lineární i bodový činitel prostupu tepla  $\Psi_k$ , ve W/(m·K), a  $\chi_j$ , ve W/K, tepelných vazeb mezi konstrukcemi musí u budov s převládající vnitřní teplotou  $\theta_{im} = 20$  °C splňovat podmínku

$$\Psi_k \leq \Psi_{k,N}$$

$$\chi_j \leq \chi_{j,N}$$

**Tab. 12 Požadované a doporučené hodnoty lineárního a bodového činitele prostupu tepla  $\Psi_{k,N}$  a  $\chi_{j,N}$  tepelných vazeb mezi konstrukcemi**

Typ lineární tepelné vazby	Lineární činitel prostupu tepla $\Psi_{k,N}$ [W/(m·K)]		
	hodnoty požadované	hodnoty doporučené	Doporučené hodnoty pro pasivní budovy
Vnější stěna navazující na další konstrukci s výjimkou výplně otvoru, např. na základ, strop nad nevytápěným prostorem, jinou vnější stěnu, střechu, lodžii či balkon, markýzu či arkýř, vnitřní stěnu a strop (při vnitřní izolaci), aj.	0,20	0,10	0,05
Vnější stěna navazující na výplň otvoru, např. na okno, dveře, vrata a část prosklené stěny v parapetu, bočním ostění a v nadpraží	0,10	0,03	0,01
Střecha navazující na výplň otvoru, např. střešní okno, světlík, poklop výlezu	0,30	0,10	0,02
Typ bodové tepelné vazby	Bodový činitel prostupu tepla $\chi_{j,N}$ [W/K]		
Průnik tyčové konstrukce (sloupky, nosníky, konzoly, apod.) vnější stěnou, podhledem nebo střechou	0,4	0,1	0,02



#### 4.2.4 Energetický štítek obálky budovy

Protokol k energetickému štítku obálky budovy a energetický štítek obálky budovy jsou přehledné technické dokumenty, kterými je možné doložit splnění požadavku na prostup tepla obálkou budovy.

Obsahem protokolu k energetickému štítku obálky budovy je základní soubor údajů popisujících tepelné chování budovy a jejích konstrukcí. Energetický štítek obálky budovy obsahuje klasifikaci prostupu tepla obálkou budovy a její grafické vyjádření.

Základní soubor údajů protokolu k energetickému štítku obálky budovy je:

- identifikace budovy (druh, adresa, katastrální a územní číslo),
- identifikace vlastníka nebo společenství vlastníků, popř. stavebníka (název, popř. jméno, adresa),
- popis budovy (objem vytápěné zóny  $V$ , celková plocha  $A$  ochlazovaných konstrukcí obalujících vytápěnou zónu, objemový faktor tvaru budovy  $A / V$ ),
- klimatické podmínky budovy (převažující vnitřní teplota v otopném období  $\theta_{in}$ , venkovní návrhová teplota v zimním období  $\theta_e$ ),
- charakteristika energeticky významných parametrů teplosměnných konstrukcí (plochy  $A_i$ , součinitele prostupu tepla  $U_i$ , lineární a bodové činitele  $\Psi$  a  $\chi$  tepelných vazeb mezi konstrukcemi, činitele teplotní redukce  $b_i$ , měrné ztráty prostupem tepla  $H_{Ti}$  konstrukcemi a tepelnými vazbami),
- údaje o prostupu tepla obálkou budovy (měrná ztráta prostupem tepla  $H_T$ , průměrný součinitel prostupu tepla  $U_{em}$ , jeho požadovaná normová hodnota  $U_{em,N,rq}$ ),
- údaje o zpracování (jméno a adresa zpracovatele, datum, podpis).

#### Klasifikační třídy prostupu tepla obálkou budovy

Třídy prostupu tepla obálkou budovy se klasifikují podle tabulky podle požadované normové hodnoty průměrného součinitele prostupu tepla  $U_{em,rq}$ .

Tab. 13 Klasifikace prostupu tepla obálkou budovy

Klasifikační třídy	Kód barvy (CMYK)	Průměrný součinitel prostupu tepla budovy $U_{em}$ [ $W/(m^2 \cdot K)$ ]	Slovní vyjádření klasifikační třídy	Klasifikační ukazatel $CI$
A	X0X0	$U_{em} \leq 0,5 \cdot U_{em,rq}$	Velmi úsporná	$\Leftrightarrow 0,5$ $\Leftrightarrow 0,75$ $\Leftrightarrow 1,0$ $\Leftrightarrow 1,5$ $\Leftrightarrow 2,0$ $\Leftrightarrow 2,5$
B	70X0	$0,5 \cdot U_{em,rq} < U_{em} \leq 0,75 \cdot U_{em,rq}$	Úsporná	
C	30X0	$0,75 \cdot U_{em,rq} < U_{em} \leq U_{em,rq}$	<b>Vyhovující</b>	
D	00X0	$U_{em,rq} < U_{em} \leq 1,5 \cdot U_{em,rq}$	Nevyhovující	
E	03X0	$1,5 \cdot U_{em,rq} < U_{em} \leq 2,0 \cdot U_{em,rq}$	Nehospodárná	
F	07X0	$2,0 \cdot U_{em,rq} < U_{em} \leq 2,5 \cdot U_{em,rq}$	Velmi nehospodárná	
G	0XX0	$U_{em} > 2,5 \cdot U_{em,rq}$	Mimořádně nehospodárná	

#### 4.3 Denní osvětlení

Úroveň denního osvětlení v obytných budovách, pro které jsou stanovena následující kritéria, je posuzováno podle legislativy [8] a [9], která je z hlediska navrhování a provádění staveb závazná.

- Podle [8], čl. 4.2.2 v nově navrhovaných budovách musí mít vždy vyhovující denní osvětlení obytné místnosti bytů.

- Podle [8], čl. 4.3.2 minimální hodnoty činitele denní osvětlenosti  $D_{min}$  musí být splněny ve všech kontrolních bodech vnitřního prostoru nebo jeho funkčně vymezené části.  
Průměrné hodnoty činitele denní osvětlenosti  $D_m$  (%) musí být splněny pouze u vnitřních prostorů:
  - a) s horním denním osvětlením;
  - b) s kombinovaným denním osvětlením, u kterých je podíl horního osvětlení na průměrné hodnotě činitele denní osvětlenosti roven nejméně jedné polovině.
- Podle [9], čl. 3.2.1 průměrná hodnota činitele denní osvětlenosti  $D_m$  (%) v obytných místnostech pokud je požadována podle 4.3.2 [1] je nejméně 2%.
- **Podle [9], čl. 3.2.2 v obytných místnostech** (pokojích), ve kterých se nepožaduje dle [1], čl. 4.3.2 splnění průměrné hodnoty č.d.o. musí být ve dvou kontrolních bodech v polovině hloubky místnosti, ale nejdále 3 m od okna, vzdálených 1 m od vnitřních povrchů bočních stěn, hodnota činitele denní osvětlenosti nejméně 0,7 % a průměrná hodnota činitele denní osvětlenosti z obou těchto bodů nejméně 0,9 %.

#### **4.4 Proslunění objektu**

Norma [7] v čl. 4.3. řeší umístování budov do území. Z této části musí být splněno proslunění bytů.

Podle vyhlášky [1] § 24 odst. 1) a 2) a dle [2] čl. 4.3.1 je **byt** prosluněn, je-li součet podlahových ploch jeho prosluněných obytných místností roven nejméně jedné **1/3** součtu podlahových ploch všech jeho obytných místností.

Do součtu podlahových ploch z jedné strany prosluněných obytných místností ani do součtu podlahových ploch všech obytných místností bytu se pro tento účel nezapočítávají části podlahových ploch obytných místností, které leží za hranicí hloubky místnosti rovné 2,3 násobku její světlé výšky.

Podle normy [7] čl. 4.3.2 se **obytná místnost** považuje za prosluněnou, jsou-li splněny tyto podmínky:

- (a) Půdorysný úhel slunečních paprsků s hlavní přímkou roviny okenního otvoru **musí být nejméně 25°**,
- (b) Přímé sluneční záření **musí vnikat** po stanovenou dobu do místnosti okenním **otvorem** nebo otvory, krytým průhledným a barvy nezkreslujícím materiálem, jejichž **celková plocha** vypočtená ze skladebných rozměrů je rovna **nejméně jedné desetině podlahové plochy místnosti**, nejmenší skladebný rozměr osvětlovacího otvoru musí být alespoň 0,90 m,
- (c) Sluneční záření musí po stanovenou dobu dopadat na kritický bod v rovině vnitřního zasklení ve výšce 0,30 m nad středem spodní hrany osvětlovacího otvoru, ale **nejméně 1,20 m nad úrovní podlahy** posuzované místnosti.
- (d) **Výška slunce** nad horizontem musí být min. 5° (pro 50° severní zeměpisné šířky dne 1.3. přibližně mezi 7.10 a 16.50 hod. SEČ).
- (e) Při zanedbání oblačnosti **musí být** dne 1.března **doba proslunění 90 minut**, tj. 1,5 hod. Doporučuje se dodržet dobu proslunění nejméně 90 minut také dne 21. června.

Podle normy [7] čl. 4.3.3 se bere v úvahu stínění nejen dle současného stavu okolí, ale také možnost pozdějších změn v případě realizace výstavby **podle podmínek územního rozhodnutí** nebo podle regulačního plánu, popř. **územního plánu**, jsou-li pro dané území schváleny.

Podle normy [7] čl. 4.3.4 při umísťování obytné budovy do území je nutno prověřit dodržení uvedených podmínek podle 4.3.1 a 4.3.2 také u obytných místností stávajících budov. V obytných místnostech stávajících budov **není nutno tyto podmínky dodržet**, jedná-li se o doplnění stávající souvislé zástavby výstavbou v prolukách, popř. formou nástaveb a přístaveb, jestliže doplněná budova zachovává půdorysný rozsah a výškovou úroveň zástavby sousedních budov, popř. **jestliže je v souladu s podmínkami podle 4.3.3.**

## 5. Popis objektu

Předmětem zhodnocení konstrukcí je návrh mateřské školy v pasivním standardu ve městě Fulnek, na pozemcích p. č. 755/5 a 755/17. Vznesení požadavku na projekt MŠ vychází z vypsání architektonické soutěže městem Fulnek z roku 2014. Návrh začíná formou architektonické studie - umístěním stavby na pozemek, dispoziční řešení, konstrukční a materiálové řešení a také architektonické pojetí. Objekt MŠ je rozdělen na prostory samotné mateřské školy a jejího zázemí a na kuchyni s kapacitou 300 jídel jak pro stravování dětí, tak pro cizí strávníky (pouze výdej jídel do nosičů).

Mateřská škola je projektována na kapacitu max. 96 dětí – 4 třídy po max. 24 dětech s odpovídajícím počtem personálu. První dvě třídy jsou umístěny v 1.NP, do kterého je umožněn přístup z terénu. Toto podlaží je takto částečně zapuštěno v terénu. V 1.NP se dále nachází místnosti pro technické zázemí objektu a prostory kuchyně a potřebných skladů. Do 2.NP je možno se dopravit osobním výtahem, popř. po schodišti. Přístup do 2.NP je také umožněn z terénu, neboť objekt je zasazen do terénu. Nachází se zde další dvě třídy, kompletní zázemí pro zaměstnance a tělocvična. Do tělocvičny je také umožněn vstup široké veřejnosti, je funkčně a provozně oddělena od prostor MŠ.

V projektu je také řešeno okolí MŠ, tj. zahrada, dětské hřiště, parkování. Pozemky, na kterých je MŠ projektována mají výměru 9115 m<sup>2</sup> a je tedy zajištěn dostatečný prostor pro zelené plochy a dětská hřiště. Dětské hřiště je koncipováno na západní stranu pozemku, je zajištěno jeho celodenní oslunění doplněné o výhled na městský zámek. Hřiště je funkčně a provozně rozděleno tak, aby na něm mohly být přítomny všechny 4 třídy. Parkovací plochy jsou navrženy dvě. Z každé parkovací plochy se lze dostat, bez nutnosti překonání výškového rozdílu, do jednotlivých tříd.

## 6. Charakteristika posuzovaných konstrukcí

### ▪ obvodový plášť

- Vnitřní část je tvořena sádrovou omítkou, hlavní nosná konstrukce je tvořena vápenopískovými bloky Ytong Silka tl. 300 mm zděné na zdící maltu Ytong Silka.
- Ze strany exteriéru je obvodový plášť opatřen izolantem o tl. 300 mm. Izolant je tvořen tuhými deskami, které jsou tvořeny kombinací minerální a čedičové vlny. Další vrstvy tvoří souvrství omítek.

### ▪ suterénní obvodová stěna

- Vnitřní část je tvořena sádrovou omítkou, hlavní nosná konstrukce je tvořena vápenopískovými bloky Ytong Silka tl. 300 mm zděné na zdící maltu Ytong Silka.
- Ze strany zeminy je stěna opatřena XPS izolantem o celkovém tl. 240 mm, souvrstvím HI pásů a jejich ochranou v podobě nopové fólie

### ▪ podlahy na zemině

- Souvrství podlah začíná na podkladním betonu, kde je uložena tepelná izolace o tl. 280 mm, v určitých případech následuje systémová deska podlahového vytápění a betonová roznášecí vrstva z betonu C 16/20. Nášlapné vrstvy se dále liší a tomu jsou také přizpůsobeny dané penetrační a spojovací vrstvy.
- Posuzované podlahy mají keramickou, textilní, korkovou a PU nášlapnou vrstvu

### ▪ střešní plášť

- Střešní plášť je tvořen plochou jednoplašťovou vegetační střechou s vegetačním substrátem o tl. 130 mm, následují drenážní a akumulací vrstvy, souvrství dvou asfaltových pásů, 360 mm tepelné izolace a jako spádovou vrstvu tvoří EPS spádové klíny, které jsou uloženy na ŽB stropní konstrukci.

- **okenní výplně**
  - dřevěné Slavona Progression, stavební hloubka 115 mm, jsou opatřena izolačním trojsklem 4/18/4/18/4  $U_g = 0,54 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$ , součinitel tepelné vodivosti okenního rámu  $U_f = 0,65 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$  a solární faktor  $g = 0,60$ , neprůzvučnost pak  $R_w = 48 \text{ dB}$ , sklo čiré, venkovní posuvné rolety do stran.

## 7. Výpočet a vyhodnocení vybraných parametrů sledovaného objektu

### 7.1 Posouzení z hlediska akustiky

#### 7.1.1 Zvukoizolační vlastnosti konstrukcí (ČSN 73 0532)

Vlastní výpočet pro stanovení jednočíselných hodnot vzduchové a kročejové neprůzvučnosti navržených konstrukcí je proveden podle metodiky uvedené v normě ČSN EN 717 a [6]. Hodnoceny byly konstrukce:

*Tab. 17 Zvukoizolační vlastnosti posuzovaných vnitřních konstrukcí*

Konstrukce – typ, popis	Vypočítané hodnoty (dB)		Požadavek ČSN 73 0532 (dB)	
	$R'_w$	$L'_{w,N}$	min. $R'_w$	max. $L'_w$
Stěny chodby SDK	<b>53,0</b>	-	47	-
Stěny chodby vápenopísek	<b>56,0</b>	-	47	-
Stěny tříd SDK	<b>53,0</b>	-	47	-
Stěny tříd vápenopísek	<b>56,0</b>	-	47	-
Stěny tělocvičny SDK	<b>53,0</b>	-	52	-
Strop třídy	<b>57,2</b>	<b>31,6</b>	52	58
Strop chodby	<b>57,2</b>	<b>31,1</b>	52	58
Strop tělocvičny	<b>57,2</b>	<b>32,1</b>	55	48

Navržené a výpočtem ověřené konstrukce uvedených skladeb (viz. kap. 6) z hlediska zvukoizolačních vlastností budou splňovat požadavky platné legislativy. Výpočet viz příloha P2 tohoto dokumentu.

### 7.2 Hluková studie

#### 7.2.1 Rozbor akustické situace

Akustická situace v okolí projektované budovy je velmi klidná, nenachází se poblíž významných zdrojů hluku ve městě jako jsou např. továrny, železnice, silnice I. třídy apod. Hluková mapa dané lokality není k dispozici.

### **7.3 Tepelně technické posouzení**

Popis a skladba konstrukcí:

#### **S14 – Obvodová stěna**

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m3]	Mi [-]	Ma [kg/m2]
1	Sádrová omítka	0,0050	0,5700	1000,0	1300,0	10,0	0.0000
2	Vápenopískové	0,3000	0,7150	960,0	1800,0	15,0	0.0000
3	Terra lepidlo	0,0020	0,8400	860,0	1220,0	54,0	0.0000
4	Isover TWINNER	0,3000	0,0350	1200,0	38,0	30,0	0.0000
5	Terra lepidlo	0,0020	0,8400	860,0	1220,0	54,0	0.0000
6	Silikonsilikát	0,0030	0,9000	940,0	1550,0	60,0	0.0000

#### **S18 – Obvodová stěna pod terénem**

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m3]	Mi [-]	Ma [kg/m2]
1	Sádrová omítka	0,0050	0,5700	1000,0	1300,0	10,0	0.0000
2	Vápenopískové	0,3000	0,7150	960,0	1800,0	15,0	0.0000
3	Skloelast Extr	0,0040	0,2100	1470,0	1200,0	2500,0 <sup>^</sup>	0.0000
4	Elastodek 50 M	0,0050	0,2100	1470,0	1200,0	3000,0 <sup>^</sup>	0.0000
5	Polyuretanové	0,0050	0,0500	1500,0	70,0	60,0	0.0000
6	Isover Styrodu	0,2400	0,0380	1270,0	40,0	100,0	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

<sup>^</sup> ekvival. faktor dif. odporu s vlivem netěsností, stanoven interním výpočtem

#### **S11 – Zelená extenzivní střecha**

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m3]	Mi [-]	Ma [kg/m2]
1	Sádrová omítka	0,0050	0,5700	1000,0	1300,0	10,0	0.0000
2	Železobeton	0,2500	1,7400	1020,0	2500,0	32,0	0.0000
3	Elastodek 40 M	0,0040	0,2100	1470,0	1200,0	5000,0 <sup>^</sup>	0.0000
4	Isover EPS 150	0,4350 <sup>°</sup>	0,0350	1270,0	25,0	50,0	0.0000
5	Elastodek 40 S	0,0040	0,2100	1470,0	1200,0	3000,0 <sup>^</sup>	0.0000
6	Elastodek 40 S	0,0040	0,2100	1470,0	1200,0	3000,0 <sup>^</sup>	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

<sup>°</sup> tepelně účinná tloušťka spádové vrstvy, stanovena interním výpočtem dle EN ISO 6946

<sup>^</sup> ekvival. faktor dif. odporu s vlivem netěsností, stanoven interním výpočtem

### **S1 – Podlaha na zemině s keramickou nášlapnou vrstvou**

**Skladba konstrukce (od interiéru) :**

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m3]	Mi [-]	Ma [kg/m2]
1	Dlažba keramická	0,0080	1,0100	840,0	2000,0	200,0	0.0000
2	Beton hutný	0,0600	1,3000	1020,0	2200,0	20,0	0.0000
3	EPS 100 deska	0,0400	0,0370	1270,0	21,0	50,0	0.0000
4	Isover EPS 150	0,2000	0,0350	1270,0	25,0	50,0	0.0000
5	Elastodek 40 S	0,0040	0,2100	1470,0	1200,0	3000,0 <sup>^</sup>	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

<sup>^</sup> ekvival. faktor dif. odporu s vlivem netěsností, stanoven interním výpočtem

### **S3 – Podlaha na zemině s korkovou nášlapnou vrstvou**

**Skladba konstrukce (od interiéru) :**

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m3]	Mi [-]	Ma [kg/m2]
1	Korek lisovaný	0,0070	0,0640	1880,0	150,0	8,0	0.0000
2	Disperzní lepi	0,0050	0,6000	1010,0	1800,0	150,0	0.0000
3	Beton hutný	0,0610	1,3000	1020,0	2200,0	20,0	0.0000
4	EPS 100 deska	0,0400	0,0370	1270,0	21,0	50,0	0.0000
5	Isover EPS 150	0,2000	0,0350	1270,0	25,0	50,0	0.0000
6	Elastodek 40 S	0,0040	0,2100	1470,0	1200,0	3000,0 <sup>^</sup>	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

<sup>^</sup> ekvival. faktor dif. odporu s vlivem netěsností, stanoven interním výpočtem

### **S6 – Podlaha na zemině s textilní nášlapnou vrstvou**

**Skladba konstrukce (od interiéru) :**

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m3]	Mi [-]	Ma [kg/m2]
1	Koberec	0,0050	0,0650	1880,0	160,0	6,0	0.0000
2	Beton hutný	0,0680	1,3000	1020,0	2200,0	20,0	0.0000
3	EPS 100 deska	0,0400	0,0370	1270,0	21,0	50,0	0.0000
4	Isover EPS 150	0,2000	0,0350	1270,0	25,0	50,0	0.0000
5	Elastodek 40 S	0,0040	0,2100	1470,0	1200,0	3000,0 <sup>^</sup>	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

<sup>^</sup> ekvival. faktor dif. odporu s vlivem netěsností, stanoven interním výpočtem

### **S5 – Podlaha na zemině s PU nášlapnou vrstvou**

**Skladba konstrukce (od interiéru) :**

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m3]	Mi [-]	Ma [kg/m2]
1	Beton hutný	0,0940	1,3000	1020,0	2200,0	20,0	0.0000
2	Isover EPS 150	0,2400	0,0350	1270,0	25,0	50,0	0.0000
3	Elastodek 40 S	0,0040	0,2100	1470,0	1200,0	3000,0 <sup>^</sup>	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

<sup>^</sup> ekvival. faktor dif. odporu s vlivem netěsností, stanoven interním výpočtem

**Tab. Nejnižší vnitřní povrchová teplota**

Posuzovaná konstrukce v ploše a kritické detaily	Vypočtená hodnota teplotního faktoru $f_{Rsi}$ [-]	Požadovaná hodnota teplotního faktoru $f_{Rsi,N}$ [-]	Posouzení
S14 – Obvodová stěna	0,968	0,754	VYHOVUJE
S18 – Obvodová stěna pod terénem	0,960	0,464	VYHOVUJE
S11 – Zelená extenzivní střecha	0,976	0,754	VYHOVUJE
S1 – Podlaha na zemině s keramickou nášlapnou vrstvou	0,961	0,820	VYHOVUJE
S3 – Podlaha na zemině s korkovou nášlapnou vrstvou	0,961	0,464	VYHOVUJE
S6 – Podlaha na zemině s textilní nášlapnou vrstvou	0,961	0,464	VYHOVUJE
S5 – Podlaha na zemině s PU nášlapnou vrstvou	0,961	0,402	VYHOVUJE

**Tab. Součinitel prostupu tepla U**

Posuzovaná konstrukce	Vypočtená hodnota $U$ [°C]	Normová hodnota $U_{N,pas}$ [°C]	Posouzení
S14 – Obvodová stěna	0,13	0,12 - 0,18	VYHOVUJE
S18 – Obvodová stěna pod terénem	0,16	0,15 – 0,22	VYHOVUJE
S11 – Zelená extenzivní střecha	0,10	0,10 – 0,15	VYHOVUJE
S1 – Podlaha na zemině s keramickou nášlapnou vrstvou	0,16	0,15 – 0,22	VYHOVUJE
S3 – Podlaha na zemině s korkovou nášlapnou vrstvou	0,16	0,15 – 0,22	VYHOVUJE
S6 – Podlaha na zemině s textilní nášlapnou vrstvou	0,16	0,15 – 0,22	VYHOVUJE
S5 – Podlaha na zemině s PU nášlapnou vrstvou	0,16	0,15 – 0,22	VYHOVUJE

**Tab. Pokles dotykové teploty podlahy**

Posuzovaná konstrukce	Vypočtená hodnota $\Delta\theta_{l0}$ [°C]	Požadovaná hodnota $\Delta\theta_{l0,N}$ [°C]	Posouzení
S1 – Podlaha na zemině s keramickou nášlapnou vrstvou	podlahové vytápění	-	VYHOVUJE
S3 – Podlaha na zemině s korkovou nášlapnou vrstvou	podlahové vytápění	-	VYHOVUJE
S6 – Podlaha na zemině s textilní nášlapnou vrstvou	podlahové vytápění	-	VYHOVUJE
S5 – Podlaha na zemině s PU nášlapnou vrstvou	podlahové vytápění	-	VYHOVUJE

**Tab. Zkondenzované množství vodní páry v konstrukci**

Posuzovaná konstrukce	Vypočtená hodnota $M_c$ [kg.m <sup>-2</sup> .a <sup>-1</sup> ]	Požadavek $M_{c,N}$ [kg.m <sup>-2</sup> .a <sup>-1</sup> ]	Posouzení
S14 – Obvodová stěna	0,0022	0,6840	VYHOVUJE
S11 – Zelená extenzivní střecha	0,0316	0,1440	VYHOVUJE



**Tab. Celoroční bilance zkondenzované a vypařené vlhkosti**

Posuzovaná konstrukce	Roční množství kondenzátu $M_c$ [kg.m <sup>-2</sup> .a <sup>-1</sup> ]	Roční kapacita odparu $M_{ev}$ [kg.m <sup>-2</sup> .a <sup>-1</sup> ]	Posouzení
S14 – Obvodová stěna	0,0022	1,6908	VYHOVUJE
S11 – Zelená extenzivní střecha	0,0316	0,0810	VYHOVUJE

### 7.3.7 Průměrný součinitel prostupu tepla

Objemový faktor tvaru budovy  $A/V = 4240/8685 = 0,49$

Průměrný součinitel prostupu tepla budovy

Požadavek:

max. prům. souč. prostupu tepla  $U_{em,N} = 0,30 + 0,15/(A/V) = 0,61 \text{ W/m}^2\text{K}$

Výsledky výpočtu:

průměrný součinitel prostupu tepla  $U_{em} = 0,126 \text{ W/m}^2\text{K}$

**$U_{em,N} > U_{em}$  ... Požadavek je splněn.**

### Měrná tepelná ztráta a průměrný součinitel prostupu tepla

	Referenční budova (stanovení požadavku)				Hodnocená budova			
Konstrukce	Plocha <i>A</i> [m²]	Součinitel prostupu tepla <i>U</i> (požadovaná hodnota) [W/(m²K)]	Redukč ní činitel <i>b</i> [-]	Měrná ztráta prostupem tepla <i>H<sub>T</sub></i>	Plocha <i>A</i> [m²]	Součinitel prostupu tepla <i>U</i> [W/(m²K)]	Redukč ní činitel <i>b</i> [-]	Měrná ztráta prostupem tepla <i>H<sub>T</sub></i>
Celkem započítatelná plocha výplní otvorů	42,1	1,5	1,15	74	42,1	0,65 – 0,80	1,15	33,5
Celkem obvodové stěny po odečtení výplně otvorů	1510,3	0,3	1,0	434,7	1510,3	0,13; 0,16	1,0	185,8
Střecha	1317	0,24	1,0	316,1	1317	0,10	1,0	131,7
Podlaha na terénu	1358	0,45	0,43	261,9	1358	0,16	0,43	93,1
Celkem	4227,3			1086,7	4227,3			444,1
Tepelné vazby		4227,3 × 0,02		84,5	4227,3 × 0,02			84,5
Celková měrná ztráta prostupem tepla				1171,2				528,7
Průměrný součinitel prostupu tepla		$U_{em, ref} = \Sigma (U_{N,i} \cdot A_i \cdot b_j) / \Sigma A_i$ + 0,02, nejvýše však 0,61  $U_{em, ref} = 1086,7) / 4227,3 +$ 0,02 = 0,277		požadovaná hodnota:  Vypočtená:	0,277  0,124			Vyhovuje požadované hodnotě
Klasifikační třída obálky budovy podle Přílohy C					Třída A – vyhovující			
Poznámky								
V případě referenční budovy je vliv tepelných vazeb stanoven konstantní přírážkou 0,02. V případě hodnocené budovy se stanoví vliv tepelných vazeb co nejlepším dostupným výpočtem v souladu s ČSN 73 0540-4.								

## **7.5 Denní osvětlení**

### **7.5.1 Popis místností**

Posouzení denního osvětlení bylo provedeno pro místnosti s označením:

- **104 Třída I**

Rozměr místnosti viz půdorys 1.NP, světlá výška 3,75 m. Výška parapetu 0,6 m. Velikost oken viz půdorys 1.NP. Výška srovnávací roviny sledovaných bodů je 450 mm nad podlahou. Stínící překážky v přímém okolí nejsou.

- **131 Třída II**

Rozměr místnosti viz půdorys 1.NP, světlá výška 3,75 m. Výška parapetu 0,6 m. Velikost oken viz půdorys 1.NP. Výška srovnávací roviny sledovaných bodů je 450 mm nad podlahou. Stínící překážky v přímém okolí nejsou.

- **126 Kancelář**

Rozměr místnosti viz půdorys 1.NP, světlá výška 3,0 m. Výška parapetu 0,98 m. Velikost oken 1,5 x 1,5 m. Výška srovnávací roviny sledovaných bodů je 850 mm nad podlahou. Stínící překážky v přímém okolí nejsou.

- **115 Kuchyně**

Rozměr místnosti viz půdorys 1.NP, světlá výška 3,0 m. Výška parapetu 1,13 m. Velikost oken 3,5 x 1,0 m. Výška srovnávací roviny sledovaných bodů je 850 mm nad podlahou. Stínící překážky v přímém okolí nejsou.

- **203 Třída IV**

Rozměr místnosti viz půdorys 2.NP, světlá výška 3,75 m. Výška parapetu 0,6 m. Velikost oken viz půdorys 1.NP. Výška srovnávací roviny sledovaných bodů je 450 mm nad podlahou. Stínící překážky v přímém okolí nejsou.

- **223 Třída III**

Rozměr místnosti viz půdorys 2.NP, světlá výška 3,75 m. Výška parapetu 0,6 m. Velikost oken viz půdorys 1.NP. Výška srovnávací roviny sledovaných bodů je 450 mm nad podlahou. Stínící překážky v přímém okolí nejsou.

- **210 Ředitelna**

Rozměr místnosti viz půdorys 2.NP, světlá výška 3,75 m. Výška parapetu 0,98 m. Velikost oken 1,25 x 1,5. Výška srovnávací roviny sledovaných bodů je 850 mm nad podlahou. Stínící překážky v přímém okolí nejsou.

Činitelé odrazu světla jednotlivých ploch místností a exteriéru byly použity dle skutečně použitých a navrhovaných barev interiéru

- viz výpočet ČDO viz samostatný dokument

## 7.5.2 Vyhodnocení denního osvětlení

Dle [1] musí platit: **vypočtená hodnota  $D_{min}$   $\geq$  normativní hodnota  $D_{min}$**

- Protokol o provedených výpočtech a výsledcích viz samostatný dokument

## 8. Závěr a navržená opatření

### 8.1 Zvukoizolační vlastnosti konstrukcí

Tab. Výsledky výpočtu posuzovaných konstrukcí

Konstrukce-prostory	Předpokládané hodnoty		Požadované hodnoty		Hodnocení	
	$R'_w$ (dB)	$L'_{nw}$ (dB)	$R'_w$ (dB)	$L'_{nw}$ (dB)	$R'_w$ (dB)	$L'_{nw}$ (dB)
Stěny chodby SDK	53,0	-	47	-	splňuje	-
Stěny chodby vápenopísek	56,0	-	47	-	splňuje	-
Stěny tříd SDK	53,0	-	47	-	splňuje	-
Stěny tříd vápenopísek	56,0	-	47	-	splňuje	-
Stěny tělocvičny SDK	53,0	-	52	-	splňuje	-
Strop třídy	57,2	31,6	52	58	splňuje	splňuje
Strop chodby	57,2	31,1	52	58	splňuje	splňuje
Strop tělocvičny	57,2	32,1	55	48	splňuje	splňuje

Při provádění konstrukce stropu s plovoucí těžkou podlahou musí být **dodrženy pravidla technologického postupu** a kvality předepsaného materiálu.

Především:

- Řádné oddílování podlahy pružným páskem tl. min. 5 mm od obvodových stěn. Nesmí být použit polystyren.
- Nesmí dojít k zatečení anhydritu nebo betonové mazaniny mezi pásek a stěnu – nikde, případně zanesení částic omítky nebo lepidla či stěrky.
- Nášlapná vrstva, nesmí být v kontaktu se stěnou – tedy i soklové lišty.

### 8.2 Ochrana proti hluku

Hluková mapa není k dispozici pro danou lokalitu.

### 8.3 Úspora energie a ochrana tepla

Na základě posouzení a následného vyhodnocení navržených skladeb vnějších i vnitřních konstrukcí objektu „Mateřská škola v pasivním standardu“ podle požadavků ČSN 73 0540-2:2011 lze konstatovat, že:

- všechny navržené konstrukce a kritické detaily **splňují požadavek** na hodnotu teplotního faktoru vnitřního povrchu;
- všechny navržené konstrukce vyhověly z hlediska šíření tepla, tj. je **splněn požadavek** na hodnotu součinitele prostupu tepla;
- vybrané podlahové konstrukce **splňují požadavek** na hodnotu poklesu dotykové teploty vždy v závislosti na účelu místnosti, kde se nachází;
- všechny konstrukce vyhoví na požadavky šíření vlhkosti konstrukcí;

- byly splněny normové požadavky z hlediska šíření vzduchu konstrukcí a budovou;
- zvolená kritická místnost objektu **vyhovuje** na hodnotu nejvyššího vzestupu teploty vzduchu v letním období, resp. na **tepelnou stabilitu místnosti v letním období**, za užití vnitřních žaluzií a záclon na oknech;
- zvolená kritická místnost objektu **vyhovuje** na hodnotu poklesu výsledné teploty vnitřního vzduchu v zimním období;
- byl splněn normový požadavek na prostup tepla obálkou budovy:

Objekt byl posouzen z hlediska prostupu tepla obálkou budovy a je zařazen do klasifikační třídy **A – velmi úsporná**. Následně byl zpracován energetický štítek obálky budovy.

#### **8.4 Denní osvětlení**

Na základě provedeného výpočtu a ověření hodnot činitele denního osvětlení lze konstatovat, že místnosti:

- **Třídy I, II, III, IV** – mají dosaženou minimální hodnotu č.d.o. pro danou třídu zrakové činnosti v celém prostoru místnosti kromě prostoru podél stěny sousedící s chodbou,
- **Kancelář, ředitelna a kuchyně** - mají dosaženou minimální hodnotu č.d.o. pro danou třídu zrakové činnosti ve funkčně vymezených zónách, ve kterých budou dispozičně situována trvalá pracoviště – dle ČSN 730580-1:2007, čl. 4.2.5.

Prostory posuzovaných místností mimo funkčně vymezené zóny v objektu mateřské školy v pasivním standardu, je účelné doplnit umělým osvětlením dle ČSN 36 0450 čl. při splnění požadavku na úroveň denní složky sdruženého osvětlení dle [3], čl. 3.2.3 a 3.4.1.

Poznámka:

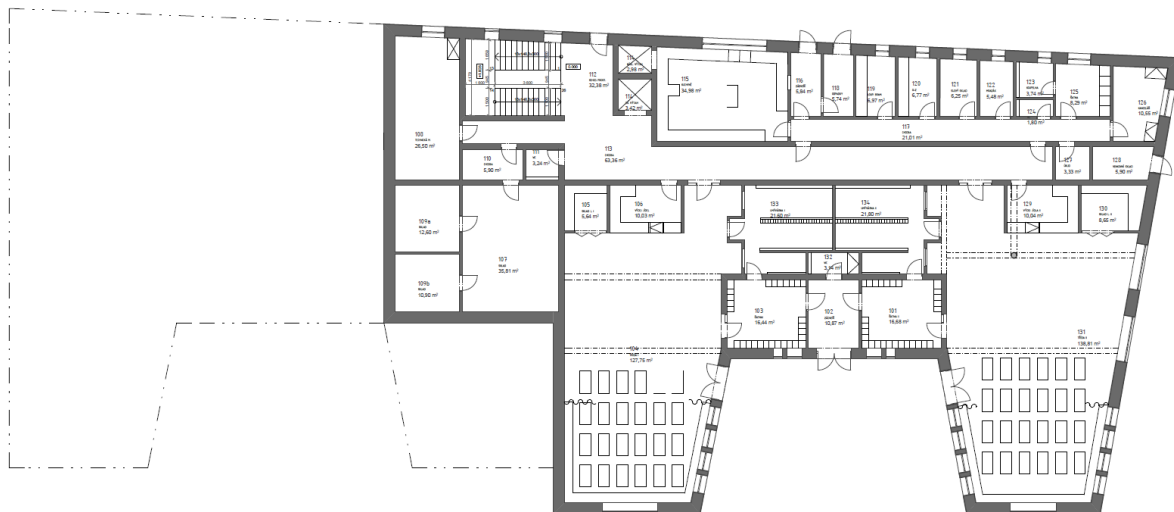
Posouzení se týká konkrétních zadaných skladeb konstrukcí a typů oken. Při jakékoli změně velikosti a typu oken a posuzovaných skladeb je tento výpočet neplatný.

V Brně, dne 10.12.2019

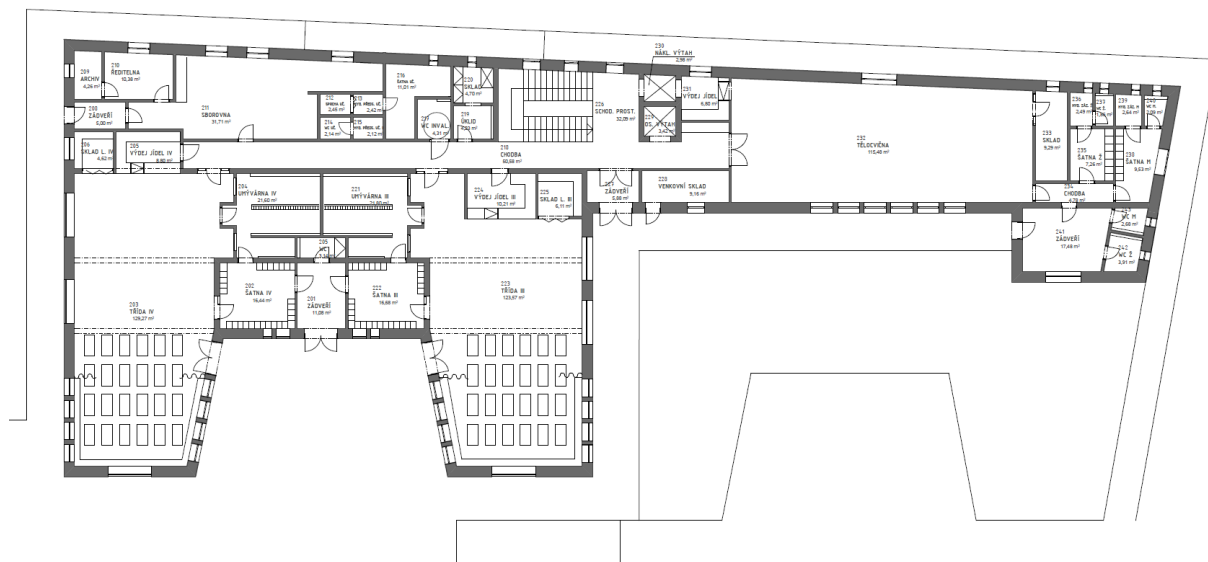
vypracoval Bc. Tomáš Zelenka

## PŘÍLOHY P1

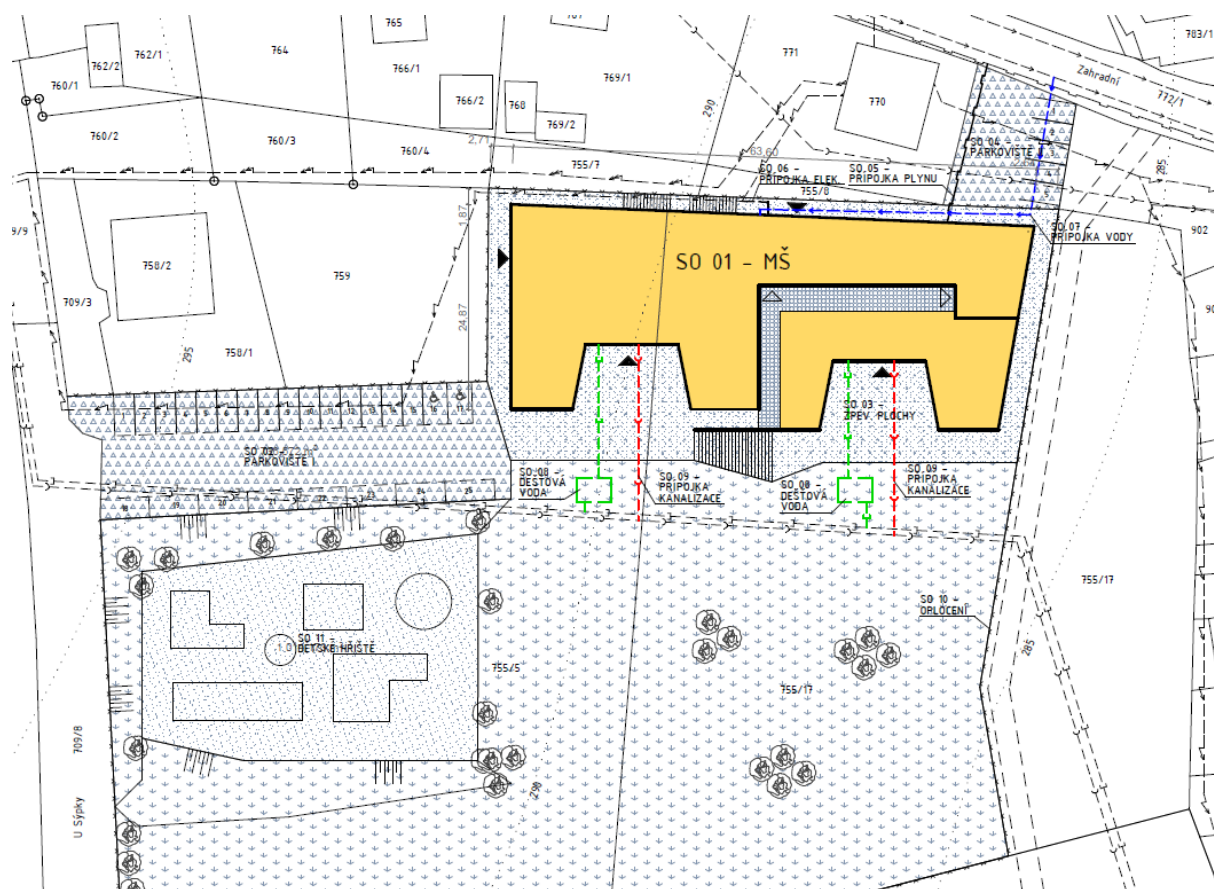
### PŮDORYS 1.NP



### PŮDORYS 2.NP



# SITUACE



## PŘÍLOHY P2

### P2.1 Výpočet vzduchové neprůzvučnosti stěn

#### P2.1.1 Stěna chodby, tříd (SDK)

V tabulce zvýrazněna vybraná a použitá konstrukce

Číslo systému	Schéma	Popis systému		Maximální výška stěny pro kategorii A [mm]	Minerální izolace pro akustiku		Vzduchová neprůzvučnost R <sub>w</sub> [dB]	Tloušťka konstrukce [mm]
		Konstrukce	Optaštění z každé strany		Tloušťka [mm]	Objemová hmotnost [kg/m³]		
Akustické příčky na jednoduché podkonstrukci Rigips								
3.40.01 MA		R-CW 50	1x MA (DF) 12,5	3500	40	15	<b>47</b>	75
3.40.02 MA		R-CW 75	1x MA (DF) 12,5	4700	60	15	<b>50</b>	100
3.40.03 MA		R-CW 100	1x MA (DF) 12,5	5250	80	15	<b>53</b>	125
<b>3.40.04 MA</b>		R-CW 50	2x MA (DF) 12,5	4500	40	15	<b>57</b>	<b>100</b>
3.40.05 MA		R-CW 75	2x MA (DF) 12,5	5800	60	15	<b>59</b>	125
3.40.06 MA		R-CW 100	2x MA (DF) 12,5	6700	100	15	<b>61</b>	150
3.40.10 MA		R-CW 100	3x MA (DF) 12,5	8100	100	15	<b>65</b>	175

$$R'_w = R_w - k_1$$

$$k_1 = 8 \text{ dB (SDK konstrukce)}$$

$$R'_w = 57 - 8 = \underline{\underline{49 \text{ dB} > 47 \text{ dB}}}$$

#### P2.1.1 Stěna tělocvičny (SDK)

V tabulce zvýrazněna vybraná a použitá konstrukce

Číslo systému	Schéma	Popis systému		Maximální výška stěny pro kategorii A [mm]	Minerální izolace pro akustiku		Vzduchová neprůzvučnost R <sub>w</sub> [dB]	Tloušťka konstrukce [mm]
		Konstrukce	Optáčení z každé strany		Tloušťka [mm]	Objemová hmotnost [kg/m³]		
Akustické příčky na jednoduché podkonstrukci Rigips								
3.40.01 MA		R-CW 50	1x MA (DF) 12,5	3500	40	15	47	75
3.40.02 MA		R-CW 75	1x MA (DF) 12,5	4700	60	15	50	100
3.40.03 MA		R-CW 100	1x MA (DF) 12,5	5250	80	15	53	125
3.40.04 MA		R-CW 50	2x MA (DF) 12,5	4500	40	15	57	100
3.40.05 MA		R-CW 75	2x MA (DF) 12,5	5800	60	15	59	125
3.40.06 MA		R-CW 100	2x MA (DF) 12,5	6700	100	15	61	150
3.40.10 MA		R-CW 100	3x MA (DF) 12,5	8100	100	15	65	175

$$R'_w = R_w - k_1$$

$$k_1 = 8 \text{ dB (SDK konstrukce)}$$

$$R'_w = 61 - 8 = \underline{\underline{53 \text{ dB} > 52 \text{ dB}}}$$

#### P2.1.2 Stěna chodby a tříd (vápenopísek)

V tabulce zvýrazněna vybraná a použitá tvarovka



Základní údaje - vápenopiskové tvárnice Silka výšky 250 mm									
tvárnice	tl. zdiva bez omítek	rozměry d × v × š	tepelný odpor R <sub>U</sub>	normali- zovaná pevnost tvárnice v tlaku f <sub>b</sub>	vzduchová neprů- zvučnost R <sub>w</sub>	požární odolnost	hmotnost tvárnice	spotřeba malty	směrné časy zdění
třída	[mm]	[mm]	[m <sup>2</sup> K/W]		[dB]	[min]	[kg/ks]	[kg/m <sup>2</sup> ]	[h/m <sup>2</sup> ]
Provedení: Pero + Drážka									
S12-1800	300	248 × 248 × 300	0,39	12,0	58	REI 180	31,7	4,5	0,54
S20-2000	240	248 × 248 × 240	0,29	20,0	59	REI 180	27,8	3,6	0,48
S20-2000	200	248 × 248 × 200	0,24	20,0	56	REI 180	23,7	3,0	0,44
S20-2000	175	248 × 248 × 175	0,21	20,0	53	REI 180	20,5	2,6	0,46
S20-2000	150	248 × 248 × 150	0,18	20,0	52	EI 120	18,0	2,3	0,48
S12-1400	115	498 × 248 × 115	0,17	12,0	47	EI 90	19,9	1,7	0,44

$$R'_w = R_w - k_1$$

$$k_1 = 2 \text{ dB (vápenopísek)}$$

$$R'_w = 58 - 2 = \underline{\underline{56 \text{ dB} > 47 \text{ dB}}}$$

## P2.2 Výpočet vzduchové neprůzvučnosti stropních konstrukcí

### P2.2.1 Strop třídy

$$m_1 = t \times \rho_{zb}$$

$$m_1 = 0,25 \times 2500 = 625 \text{ kg/m}^2$$

$$m_2 = 150,4 \text{ kg/m}^2 \text{ (skladba S7)}$$

$$R_{W1} = (37,5 \times \log(m_1)) - 42$$

$$R_{W1} = (37,5 \times \log(625)) - 42 = 62,8 \text{ dB}$$

$$f_0 = 160 \sqrt{s' \left( \frac{1}{m_1} + \frac{1}{m_2} \right)} = 160 \sqrt{s' \left( \frac{1}{625} + \frac{1}{150,4} \right)} = 42,1 \text{ Hz}$$

$$\Delta R_W = 35 - R_{W1}/2$$

$$\Delta R_W = 35 - 62,8/2 = 3,6 \text{ dB}$$

$$k_1 = 2 \text{ dB (železobeton)}$$

$$R'_W = R_{W1} + \Delta R_W - k = 62,8 + 3,6 - 2 = \underline{\underline{57,2 \text{ dB} > 52 \text{ dB}}}$$

### P2.2.2 Strop chodby

$$m_1 = t \times \rho_{zb}$$

$$m_1 = 0,25 \times 2500 = 625 \text{ kg/m}^2$$

$$m_2 = 166,4 \text{ kg/m}^2 \text{ (skladba S8)}$$

$$R_{W1} = (37,5 \times \log(m_1)) - 42$$

$$R_{W1} = (37,5 \times \log(625)) - 42 = 62,8 \text{ dB}$$

$$f_0 = 160 \sqrt{s' \left( \frac{1}{m_1} + \frac{1}{m_2} \right)} = 160 \sqrt{s' \left( \frac{1}{625} + \frac{1}{166,4} \right)} = 40,5 \text{ Hz}$$

$$\Delta R_W = 35 - R_{W1}/2$$

$$\Delta R_W = 35 - 62,8/2 = 3,6 \text{ dB}$$

$$k_1 = 2 \text{ dB (železobeton)}$$

$$R'_W = R_{W1} + \Delta R_W - k = 62,8 + 3,6 - 2 = \underline{\underline{57,2 \text{ dB} > 52 \text{ dB}}}$$

### P2.2.3 Strop tělocvičny

$$m_1 = t \times \rho_{zb}$$

$$m_1 = 0,25 \times 2500 = 625 \text{ kg/m}^2$$

$m_2 = 143 \text{ kg/m}^2$  (skladba S5 – uvažováno bez vzduchové mezery, pod kterou je akusticky pohltivý materiál – sylomerové podložky)

$$R_{w1} = (37,5 \times \log(m_1)) - 42$$

$$R_{w1} = (37,5 \times \log(625)) - 42 = 62,8 \text{ dB}$$

$$f_0 = 160 \sqrt{s' \left( \frac{1}{m_1} + \frac{1}{m_2} \right)} = 160 \sqrt{s' \left( \frac{1}{625} + \frac{1}{143} \right)} = 43 \text{ Hz}$$

$$\Delta R_w = 35 - R_w/2$$

$$\Delta R_w = 35 - 62,8/2 = 3,6 \text{ dB}$$

$$k_1 = 2 \text{ dB (železobeton)}$$

$$R'_w = R_{w1} + \Delta R_w - k = 62,8 + 3,6 - 2 = \underline{\underline{57,2 \text{ dB} > 52 \text{ dB}}}$$

## P2.3 Výpočet kročejové neprůzvučnosti stropních konstrukcí

### P2.3.1 Strop třídy

$$m_1 = t \times \rho_{zb}$$

$$m_1 = 0,25 \times 2500 = 625 \text{ kg/m}^2$$

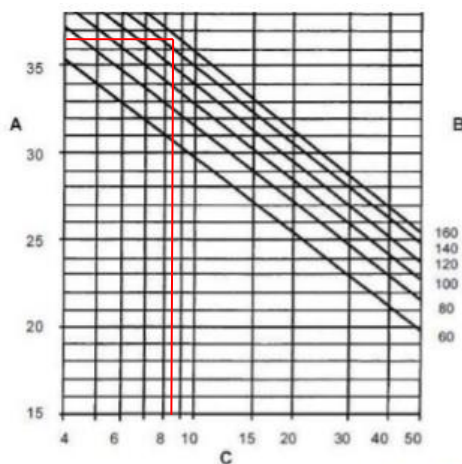
$$L_{nw;eq} = 164 - 35 \log (m_1/1\text{kg/m}^2)$$

$$L_{nw;eq} = 164 - 35 \log (625/1) = 66,1 \text{ dB}$$

$$\Delta L_{nw} = 36,5 \text{ dB}$$

$$s' = 8,4; m_2 = 150,4 \text{ kg/m}^2 \text{ (skladba S7)}$$

Dynamická tuhost $s'$	[mm]	Deklarace dle ČSN EN 13162+A1 Měřeno dle ČSN ISO 9052-1 (idt. EN 29052-1)	Deklarovaná úroveň dynamické tuhosti					SD
			20	25	30	40	50	
	[MN·m <sup>-1</sup> ]		25,7	22,9	18,3	9,3	8,4	



kde A vážené snížení hladiny akustického tlaku kročejového zvuku  $\Delta L_w$ , [dB];  
 B plošná hmotnost plovoucí podlahy, [kg·m<sup>-2</sup>];  
 C dynamická tuhost  $s'$  [MPa·m<sup>-1</sup>].

$$k_1 = 2 \text{ dB (železobeton)}$$

$$L'_{nw} = L_{nw;eq} - \Delta L_{nw} + k$$

$$L'_{nw} = 66,1 - 36,5 + 2 = \underline{\underline{31,6 \text{ dB} < 52 \text{ dB}}}$$

### P2.3.2 Strop chodby

$$m_1 = t \times \rho_{zb}$$

$$m_1 = 0,25 \times 2500 = 625 \text{ kg/m}^2$$

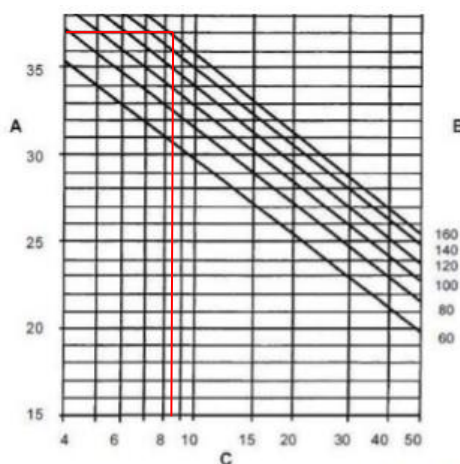
$$L_{nw;eq} = 164 - 35 \log (m_1/1\text{kg/m}^2)$$

$$L_{nw;eq} = 164 - 35 \log (625/1) = 66,1 \text{ dB}$$

$$\Delta L_{nw} = 37,0 \text{ dB}$$

$$s' = 8,4; m_2 = 166,4 \text{ kg/m}^2 \text{ (skladba S8)}$$

Dynamická tuhost $s'$		Deklarace dle ČSN EN 13162+A1 Měřeno dle ČSN ISO 9052-1 (idt. EN 29052-1)	Deklarovaná úroveň dynamické tuhosti				SD
	[mm]		20	25	30	40	50
	[MN·m <sup>-3</sup> ]		25,7	22,9	18,3	9,3	8,4



kde A vážené snížení hladiny akustického tlaku kročejového zvuku  $\Delta L_{w,}$  [dB];  
 B plošná hmotnost plovoucí podlahy, [kg·m<sup>-2</sup>];  
 C dynamická tuhost  $s'$  [MPa·m<sup>-1</sup>].

$$k_1 = 2 \text{ dB (železobeton)}$$

$$L'_{nw} = L_{nw;eq} - \Delta L_{nw} + k$$

$$L'_{nw} = 66,1 - 37,0 + 2 = \underline{\underline{31,1 \text{ dB} < 52 \text{ dB}}}$$

### P2.3.3 Strop tělocvičny

$$m_1 = t \times \rho_{zb}$$

$$m_1 = 0,25 \times 2500 = 625 \text{ kg/m}^2$$

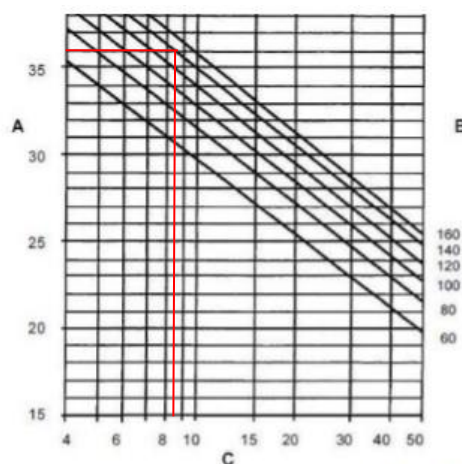
$$L_{nw;eq} = 164 - 35 \log (m_1/1\text{kg/m}^2)$$

$$L_{nw;eq} = 164 - 35 \log (625/1) = 66,1 \text{ dB}$$

$$\Delta L_{nw} = 36,0 \text{ dB}$$

$$s' = 8,4; m_2 = 143,0 \text{ kg/m}^2 \text{ (skladba S5)}$$

Dynamická tuhost $s'$		Deklarace dle ČSN EN 13162+A1 Měřeno dle ČSN ISO 9052-1 (idt. EN 29052-1)	Deklarovaná úroveň dynamické tuhosti				SD
	[mm]		20	25	30	40	50
	[MN·m <sup>-2</sup> ]		25,7	22,9	18,3	9,3	8,4



kde A vážené snížení hladiny akustického tlaku kročejového zvuku  $\Delta L_{w,}$  [dB];  
 B plošná hmotnost plovoucí podlahy, [ $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ ];  
 C dynamická tuhost  $s'$  [ $\text{MPa}\cdot\text{m}^{-1}$ ].

$$k_1 = 2 \text{ dB (železobeton)}$$

$$L'_{nw} = L_{nw;eq} - \Delta L_{nw} + k$$

$$L'_{nw} = 66,1 - 36,0 + 2 = \underline{\underline{32,1 \text{ dB} < 52 \text{ dB}}}$$

# KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2017 EDU

Název úlohy : **S14\_Obvodová stěna**

Zpracovatel : Bc. Tomáš Zelenka

Zakázka :

Datum : 10.12.2019

## ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna vnější jednoplášťová

Korekce součinitele prostupu dU : 0.020 W/m<sup>2</sup>K

### Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m <sup>3</sup> ]	Mi [-]	Ma [kg/m <sup>2</sup> ]
1	Sádrová omítka	0,0050	0,5700	1000,0	1300,0	10,0	0.0000
2	Vápenopískové	0,3000	0,7150	960,0	1800,0	15,0	0.0000
3	Terra lepidlo	0,0020	0,8400	860,0	1220,0	54,0	0.0000
4	Isover TWINNER	0,3000	0,0350	1200,0	38,0	30,0	0.0000
5	Terra lepidlo	0,0020	0,8400	860,0	1220,0	54,0	0.0000
6	Silikonsilikát	0,0030	0,9000	940,0	1550,0	60,0	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Sádrová omítka	---
2	Vápenopískové cihly	---
3	Terra lepidlo	---
4	Isover TWINNER základní desky	---
5	Terra lepidlo	---
6	Silikonsilikátová omítka	---

### Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.13 m<sup>2</sup>K/W  
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m<sup>2</sup>K/W  
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m<sup>2</sup>K/W  
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.04 m<sup>2</sup>K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -15.0 C  
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 22.0 C  
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %  
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 55.0 %

## VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

### Teplný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Teplný odpor konstrukce R : 7.584 m<sup>2</sup>K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce U : **0.129 W/m<sup>2</sup>K**

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>k</sub> : 0.15 / 0.18 / 0.23 / 0.33 W/m<sup>2</sup>K

Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

### Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce Z<sub>pT</sub> : 7.4E+0010 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny\* podle EN ISO 13786 : 1720.2

Fázový posun teplotního kmitu Psi\* podle EN ISO 13786 : 17.6 h

### Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T<sub>si,p</sub> : 20.83 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách f<sub>Rsi,p</sub> : **0.968**

Obě hodnoty platí pro odpor při přestupu tepla na vnitřní straně R<sub>si</sub>=0,25 m<sup>2</sup>K/W.

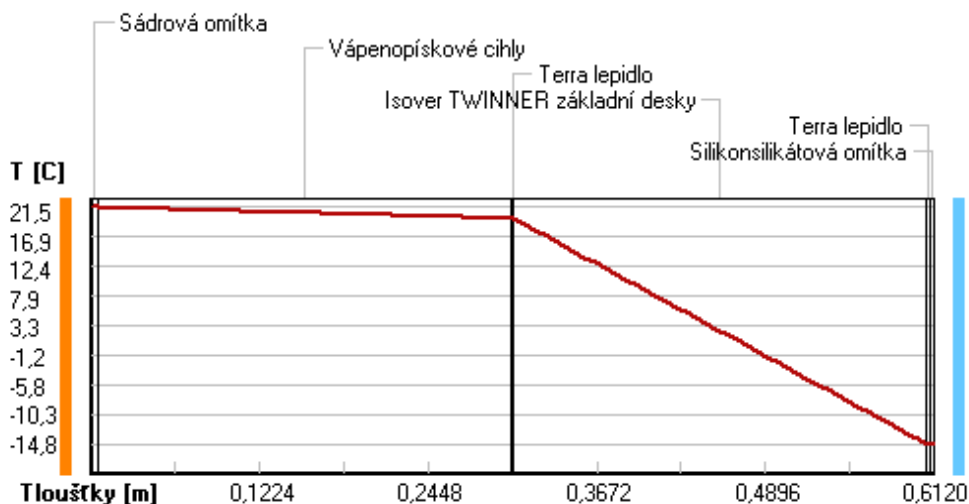
### Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	e
theta [C]:	21.5	21.4	19.7	19.7	-14.8	-14.8	-14.8
p [Pa]:	1453	1449	1024	1014	166	155	138
p,sat [Pa]:	2559	2554	2301	2300	168	167	167

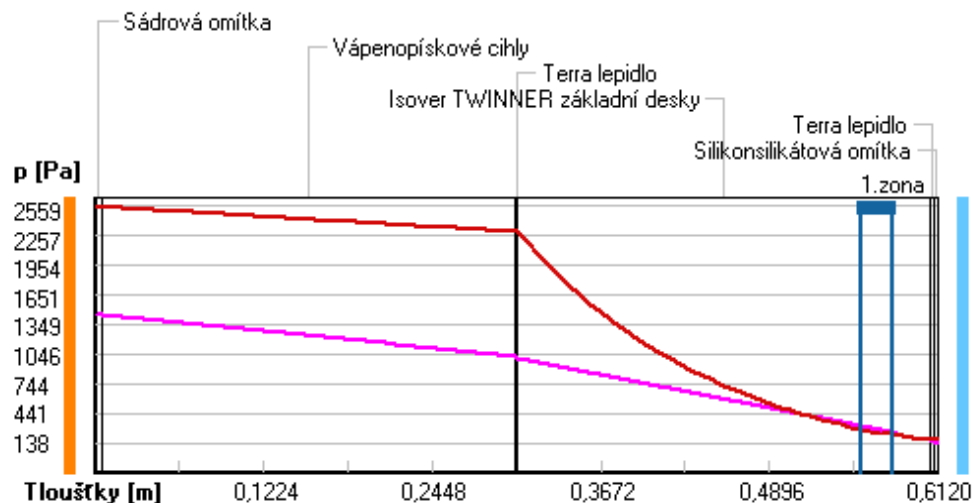
Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p,sat je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

### **Teploty v typickém místě konstrukce v ustálených návrhových podmínkách**

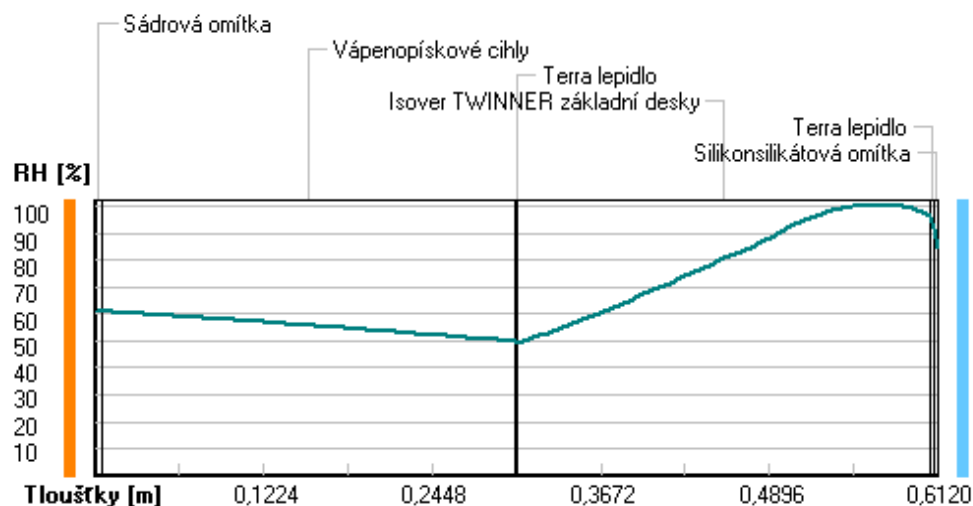




### Část. tlaky vodní páry v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



### Rel. vlhkosti v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



Při venkovní návrhové teplotě dochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Kond.zóna číslo	Hranice kondenzační zóny levá	[m]	pravá	Kondenzující množství vodní páry [kg/(m <sup>2</sup> s)]
1	0.5567		0.5787	3.926E-0009

Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok  $M_{c,a}$ : **0.0022 kg/(m<sup>2</sup>.rok)**

Množství vypařitelné vodní páry za rok  $M_{ev,a}$ : **1.6908 kg/(m<sup>2</sup>.rok)**

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než -10.0 C.

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

Teplo 2017 EDU, (c) 2017 Svoboda Software

## VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)

Název konstrukce: S14\_Obvodová stěna

### Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota  $T_i$ : 22,0 C  
 Převažující návrhová vnitřní teplota  $T_{iM}$ : 22,0 C  
 Návrhová venkovní teplota  $T_{ae}$ : -15,0 C  
 Teplota na vnější straně  $T_e$ : -15,0 C  
 Návrhová teplota vnitřního vzduchu  $T_{ai}$ : 22,0 C  
 Relativní vlhkost v interiéru  $RH_i$ : 50,0 % (+5,0%)

### Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Sádrová omítka	0,005	0,570	10,0
2	Vápenopískové cihly	0,300	0,715	15,0
3	Terra lepidlo	0,002	0,840	54,0
4	Isover TWINNER základní desky	0,300	0,035	30,0
5	Terra lepidlo	0,002	0,840	54,0
6	Silikonsilikátová omítka	0,003	0,900	60,0

### I. Požadavek na teplotní faktor (čl. 5.1 v ČSN 730540-2)

Požadavek:  $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} = 0,754$   
 Vypočtená průměrná hodnota:  $f_{Rsi,m} = 0,968$

Kritický teplotní faktor  $f_{Rsi,cr}$  byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

Průměrná hodnota  $f_{Rsi,m}$  (resp. maximální hodnota při hodnocení skladby mimo tepelné mosty a vazby) není nikdy minimální hodnotou ve všech místech konstrukce. Nelze s ní proto prokazovat plnění požadavku na minimální povrchové teploty zabudované konstrukce včetně tepelných mostů a vazeb. Její převýšení nad požadavkem naznačuje pouze možnosti plnění požadavku v místě tepelného mostu či tepelné vazby.

### II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)

Požadavek:  $U, N = 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$   
 Vypočtená hodnota:  $U = 0,129 \text{ W/m}^2\text{K}$

**$U < U, N$  ... POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

Vypočtený součinitel prostupu tepla musí zahrnovat vliv systematických tepelných mostů (např. krokví v zateplené šikmé střeše).

### III. Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí (čl. 6.1 a 6.2 v ČSN 730540-2)

Požadavky:

1. Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce.
2. Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu.
3. Roční množství kondenzátu  $M_{c,a}$  musí být nižší než 0,1 kg/m<sup>2</sup>.rok, nebo 3-6% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).

Limit pro max. množství kondenzátu odvozený z min. plošné hmotnosti materiálu v kondenzační zóně činí: 0,684 kg/m<sup>2</sup>.rok  
 (materiál: Isover TWINNER základní desky).

Dále bude použit limit pro max. množství kondenzátu: 0,100 kg/m<sup>2</sup>.rok

Vypočtené hodnoty: V kci dochází při venkovní návrhové teplotě ke kondenzaci.

Roční množství zkondenzované vodní páry  $M_{c,a} = 0,0022 \text{ kg/m}^2\text{.rok}$

Roční množství odpařitelné vodní páry  $M_{ev,a} = 1,6908 \text{ kg/m}^2\text{.rok}$

**Vyhodnocení 1. požadavku musí provést projektant.**

**$M_{c,a} < M_{ev,a}$  ... 2. POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

**$M_{c,a} < M_{c,N}$  ... 3. POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

# KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2017 EDU

Název úlohy : **S18\_Obvodová stěna pod terénem**  
Zpracovatel : Bc. Tomáš Zelenka  
Zakázka :  
Datum : 10.12.2019

## ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna suterénní  
Korekce součinitele prostupu dU : 0.020 W/m<sup>2</sup>K

### Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m <sup>3</sup> ]	Mi [-]	Ma [kg/m <sup>2</sup> ]
1	Sádrová omítka	0,0050	0,5700	1000,0	1300,0	10,0	0.0000
2	Vápenopískové	0,3000	0,7150	960,0	1800,0	15,0	0.0000
3	Skloelast Extr	0,0040	0,2100	1470,0	1200,0	2500,0 <sup>^</sup>	0.0000
4	Elastodek 50 M	0,0050	0,2100	1470,0	1200,0	3000,0 <sup>^</sup>	0.0000
5	Polyuretanové	0,0050	0,0500	1500,0	70,0	60,0	0.0000
6	Isover Styrodu	0,2400	0,0380	1270,0	40,0	100,0	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

<sup>^</sup> ekvival. faktor dif. odporu s vlivem netěsností, stanoven interním výpočtem

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Sádrová omítka	---
2	Vápenopískové cihly	---
3	Skloelast Extra	---
4	Elastodek 50 Medium Mineral	---
5	Polyuretanové lepidlo	---
6	Isover Styrodur	---

### Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.13 m<sup>2</sup>K/W  
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m<sup>2</sup>K/W  
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.00 m<sup>2</sup>K/W  
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.00 m<sup>2</sup>K/W

Návrhová venkovní teplota Te : 5.0 C  
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 22.0 C  
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 99.0 %  
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 55.0 %

## VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

### Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 6.023 m<sup>2</sup>K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce U : **0.163 W/m<sup>2</sup>K**

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>k</sub> : 0.18 / 0.21 / 0.26 / 0.36 W/m<sup>2</sup>K

Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

### Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce Z<sub>pT</sub> : 2.9E+0011 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny\* podle EN ISO 13786 : 1197.3

Fázový posun teplotního kmitu Psi\* podle EN ISO 13786 : 16.5 h

### Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T<sub>si,p</sub> : 21.32 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách f<sub>Rsi,p</sub> : **0.960**

Obě hodnoty platí pro odpor při přestupu tepla na vnitřní straně R<sub>si</sub>=0,25 m<sup>2</sup>K/W.

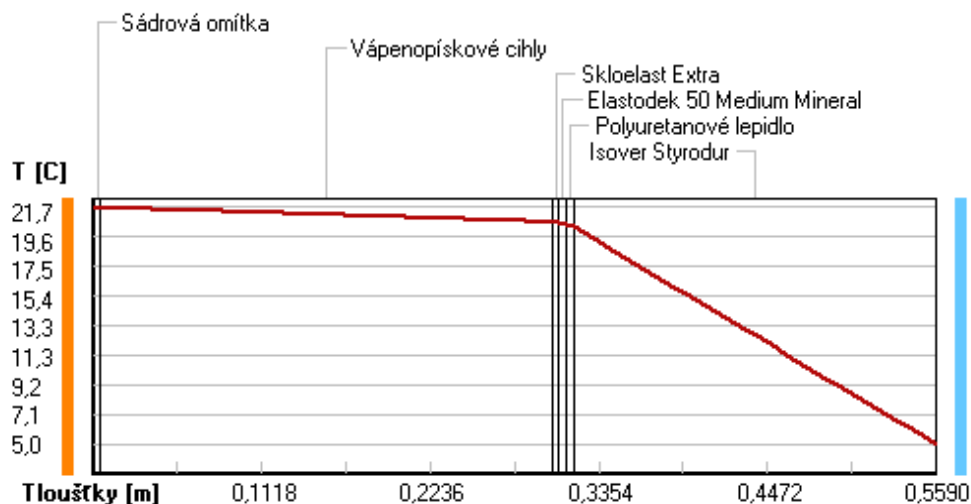
### Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

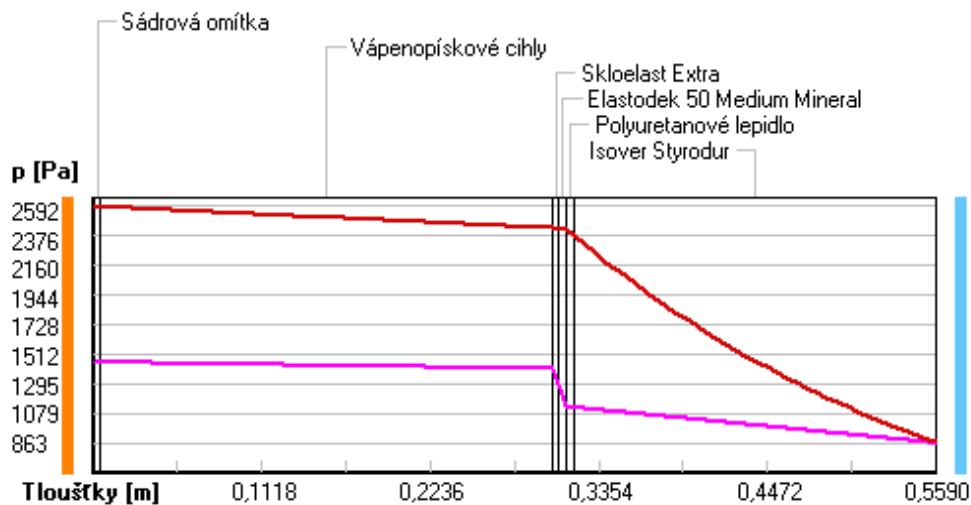
rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	e
theta [C]:	21.7	21.7	20.6	20.6	20.5	20.3	5.0
p [Pa]:	1453	1453	1403	1294	1129	1126	863
p,sat [Pa]:	2592	2589	2432	2425	2417	2381	872

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p,sat je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

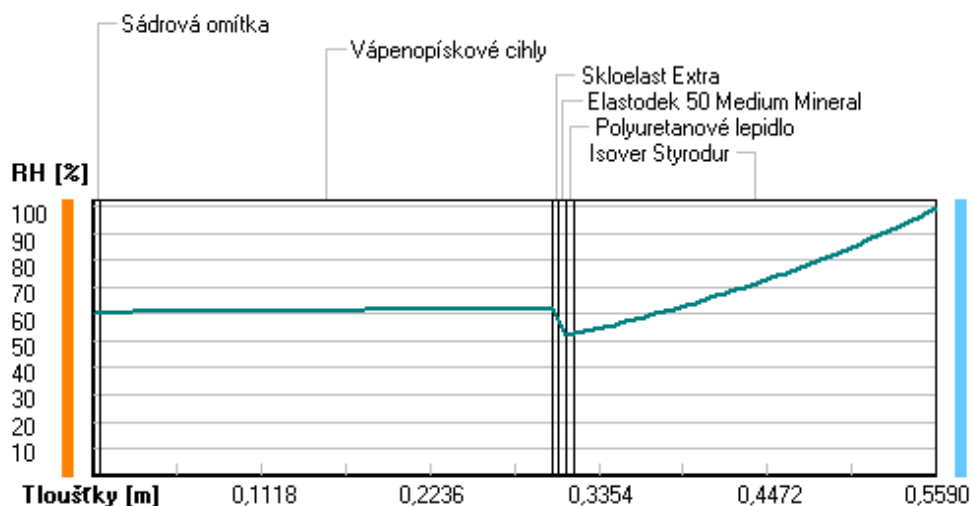
### **Teploty v typickém místě konstrukce v ustálených návrhových podmínkách**



### Část. tlaky vodní páry v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



### Rel. vlhkosti v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



Při venkovní návrhové teplotě nedochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Množství difundující vodní páry  $G_d$  : 2.192E-0009 kg/(m<sup>2</sup>.s)

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

Teplo 2017 EDU, (c) 2017 Svoboda Software

## VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)

**Název konstrukce:** S18\_Obvodová stěna pod terénem

### Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota  $T_i$ : 22,0 C  
 Převažující návrhová vnitřní teplota  $T_{iM}$ : 22,0 C  
 Návrhová venkovní teplota  $T_{ae}$ : -15,0 C  
 Teplota na vnější straně  $T_e$ : 5,0 C  
 Návrhová teplota vnitřního vzduchu  $T_{ai}$ : 22,0 C  
 Relativní vlhkost v interiéru  $RH_i$ : 50,0 % (+5,0%)

### Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Sádrová omítka	0,005	0,570	10,0
2	Vápenopískové cihly	0,300	0,715	15,0
3	Skloelast Extra	0,004	0,210	2500,0
4	Elastodek 50 Medium Mineral	0,005	0,210	3000,0
5	Polyuretanové lepidlo	0,005	0,050	60,0
6	Isover Styrodur	0,240	0,038	100,0

### I. Požadavek na teplotní faktor (čl. 5.1 v ČSN 730540-2)

Požadavek:  $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} = 0,464$

Vypočtená průměrná hodnota:  $f_{Rsi,m} = 0,960$

Kritický teplotní faktor  $f_{Rsi,cr}$  byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

Průměrná hodnota  $f_{Rsi,m}$  (resp. maximální hodnota při hodnocení skladby mimo tepelné mosty a vazby) není nikdy minimální hodnotou ve všech místech konstrukce. Nelze s ní proto prokazovat plnění požadavku na minimální povrchové teploty zabudované konstrukce včetně tepelných mostů a vazeb. Její převýšení nad požadavkem naznačuje pouze možnosti plnění požadavku v místě tepelného mostu či tepelné vazby.

### II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)

Požadavek:  $U_{N} = 0,45 \text{ W/m}^2\text{K}$

Vypočtená hodnota:  $U = 0,163 \text{ W/m}^2\text{K}$

**$U < U_N$  ... POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

Vypočtený součinitel prostupu tepla musí zahrnovat vliv systematických tepelných mostů (např. krokví v zateplené šikmé střeše).

### III. Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí (čl. 6.1 a 6.2 v ČSN 730540-2)

Požadavky:

1. Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce.
2. Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu.
3. Roční množství kondenzátu  $M_{c,a}$  musí být nižší než 0,1 kg/m<sup>2</sup>.rok, nebo 3-6% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).

Vypočtené hodnoty: V kci nedochází při venkovní návrhové teplotě ke kondenzaci.

**POŽADAVKY JSOU SPLNĚNY.**

# KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2017 EDU

Název úlohy : **S11\_Zelená extensivní střecha nad 1.NP**  
Zpracovatel : Bc. Tomáš Zelenka  
Zakázka :  
Datum : 10.12.2019

## ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Střecha jednoplášťová  
Korekce součinitele prostupu dU : 0.020 W/m<sup>2</sup>K

### Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m <sup>3</sup> ]	Mi [-]	Ma [kg/m <sup>2</sup> ]
1	Sádrová omítka	0,0050	0,5700	1000,0	1300,0	10,0	0.0000
2	Železobeton	0,2500	1,7400	1020,0	2500,0	32,0	0.0000
3	Elastodek 40 M	0,0040	0,2100	1470,0	1200,0	5000,0 <sup>^</sup>	0.0000
4	Isover EPS 150	0,4350 <sup>°</sup>	0,0350	1270,0	25,0	50,0	0.0000
5	Elastodek 40 S	0,0040	0,2100	1470,0	1200,0	3000,0 <sup>^</sup>	0.0000
6	Elastodek 40 S	0,0040	0,2100	1470,0	1200,0	3000,0 <sup>^</sup>	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

<sup>°</sup> tepelně účinná tloušťka spádové vrstvy, stanovena interním výpočtem dle EN ISO 6946

<sup>^</sup> ekvival. faktor dif. odporu s vlivem netěsností, stanoven interním výpočtem

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Sádrová omítka	---
2	Železobeton	---
3	Elastodek 40 Medium Dekor šedý	---
4	Isover EPS 150	---
5	Elastodek 40 Special Mineral	---
6	Elastodek 40 Special Mineral	---

### Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.10 m<sup>2</sup>K/W  
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m<sup>2</sup>K/W  
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m<sup>2</sup>K/W  
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.04 m<sup>2</sup>K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -15.0 C  
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 24.0 C  
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %  
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 55.0 %

## VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

### Teplný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Teplný odpor konstrukce R : 10.037 m<sup>2</sup>K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce U : **0.098 W/m<sup>2</sup>K**

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>k</sub> : 0.12 / 0.15 / 0.20 / 0.30 W/m<sup>2</sup>K

Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

### Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce Z<sub>pT</sub> : 3.9E+0011 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny\* podle EN ISO 13786 : 1972.5

Fázový posun teplotního kmitu Psi\* podle EN ISO 13786 : 16.0 h

### Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T<sub>si,p</sub> : 21.10 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách f<sub>Rsi,p</sub> : **0.976**

Obě hodnoty platí pro odpor při přestupu tepla na vnitřní straně R<sub>si</sub>=0,25 m<sup>2</sup>K/W.

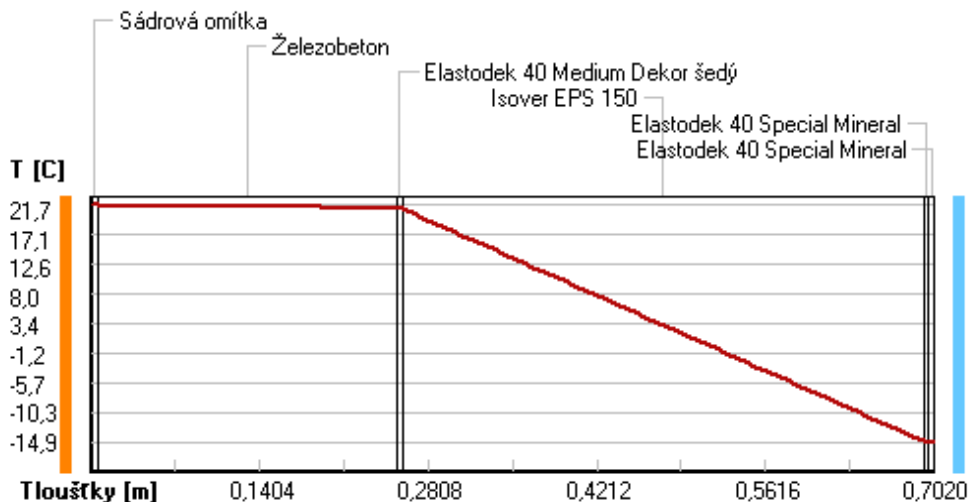
### Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	e
theta [C]:	21.7	21.7	21.3	21.2	-14.8	-14.8	-14.9
p [Pa]:	1453	1452	1310	954	566	352	138
p <sub>sat</sub> [Pa]:	2596	2592	2527	2518	168	167	167

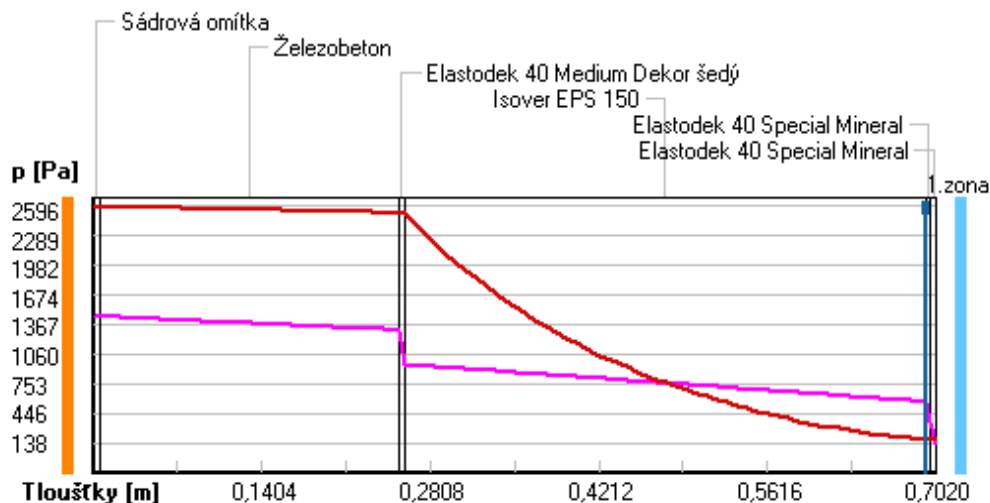
Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p<sub>sat</sub> je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

### **Teploty v typickém místě konstrukce v ustálených návrhových podmínkách**

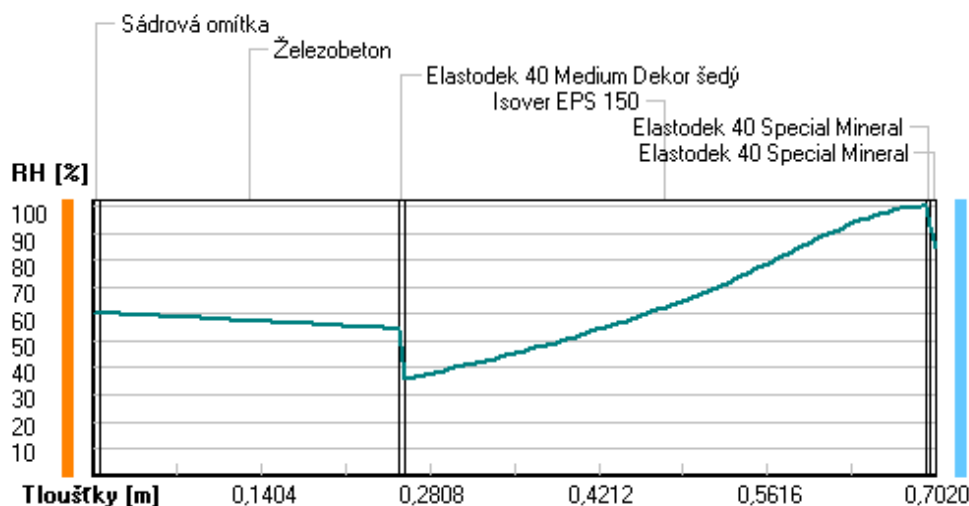




### Část. tlaky vodní páry v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



### Rel. vlhkosti v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



Při venkovní návrhové teplotě dochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Kond.zóna číslo	Hranice kondenzační zóny levá	[m]	pravá	Kondenzující množství vodní páry [kg/(m <sup>2</sup> s)]
1	0.6940		0.6940	4.912E-0009

Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok  $M_{c,a}$ : **0.0316 kg/(m<sup>2</sup>.rok)**

Množství vypařitelné vodní páry za rok  $M_{ev,a}$ : **0.0810 kg/(m<sup>2</sup>.rok)**

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než 10.0 C.

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

Teplo 2017 EDU, (c) 2017 Svoboda Software

## VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)

**Název konstrukce:** S11\_Zelená extenzivní střecha nad 1.NP

### Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota $T_i$ :	24,0 C
Převažující návrhová vnitřní teplota $T_{iM}$ :	24,0 C
Návrhová venkovní teplota $T_{ae}$ :	-15,0 C
Teplota na vnější straně $T_e$ :	-15,0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu $T_{ai}$ :	24,0 C
Relativní vlhkost v interiéru $RH_i$ :	50,0 % (+5,0%)

### Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Sádrová omítka	0,005	0,570	10,0
2	Železobeton	0,250	1,740	32,0
3	Elastodek 40 Medium Dekor šedý	0,004	0,210	5000,0
4	Isover EPS 150	0,435	0,035	50,0
5	Elastodek 40 Special Mineral	0,004	0,210	3000,0
6	Elastodek 40 Special Mineral	0,004	0,210	3000,0

### I. Požadavek na teplotní faktor (čl. 5.1 v ČSN 730540-2)

Požadavek:  $f_{Rsi}, N = f_{Rsi}, cr = 0,754$   
 Vypočtená průměrná hodnota:  $f_{Rsi}, m = 0,976$

Kritický teplotní faktor  $f_{Rsi}, cr$  byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

Průměrná hodnota  $f_{Rsi}, m$  (resp. maximální hodnota při hodnocení skladby mimo tepelné mosty a vazby) není nikdy minimální hodnotou ve všech místech konstrukce. Nelze s ní proto prokazovat plnění požadavku na minimální povrchové teploty zabudované konstrukce včetně tepelných mostů a vazeb. Její převýšení nad požadavkem naznačuje pouze možnosti plnění požadavku v místě tepelného mostu či tepelné vazby.

### II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)

Požadavek:  $U, N = 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$   
 Vypočtená hodnota:  $U = 0,098 \text{ W/m}^2\text{K}$

**$U < U, N$  ... POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

Vypočtený součinitel prostupu tepla musí zahrnovat vliv systematických tepelných mostů (např. krokví v zateplené šikmé střeše).

### III. Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí (čl. 6.1 a 6.2 v ČSN 730540-2)

Požadavky:

1. Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce.
2. Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu.
3. Roční množství kondenzátu  $M_{c,a}$  musí být nižší než 0,1 kg/m<sup>2</sup>.rok, nebo 3-6% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).

Limit pro max. množství kondenzátu odvozený z min. plošné hmotnosti materiálu v kondenzační zóně činí: 0,144 kg/m<sup>2</sup>.rok (materiál: Elastodek 40 Special Mineral).

Dále bude použit limit pro max. množství kondenzátu: 0,100 kg/m<sup>2</sup>.rok

Vypočtené hodnoty: V kci dochází při venkovní návrhové teplotě ke kondenzaci.

Roční množství zkondenzované vodní páry  $M_{c,a} = 0,0316 \text{ kg/m}^2\text{.rok}$

Roční množství odpařitelné vodní páry  $M_{ev,a} = 0,0810 \text{ kg/m}^2\text{.rok}$

**Vyhodnocení 1. požadavku musí provést projektant.**

**$M_{c,a} < M_{ev,a}$  ... 2. POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

**$M_{c,a} < M_{c,N}$  ... 3. POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

# KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2017 EDU

Název úlohy : **S1\_podlaha na zemině s keramickou nášlapnou vrstvou**  
Zpracovatel : Bc. Tomáš Zelenka  
Zakázka :  
Datum : 10.12.2019

## ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Podlaha na zemině  
Korekce součinitele prostupu dU : 0.020 W/m<sup>2</sup>K

### Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m <sup>3</sup> ]	Mi [-]	Ma [kg/m <sup>2</sup> ]
1	Dlažba keramická	0,0080	1,0100	840,0	2000,0	200,0	0.0000
2	Beton hutný	0,0600	1,3000	1020,0	2200,0	20,0	0.0000
3	EPS 100 deska	0,0400	0,0370	1270,0	21,0	50,0	0.0000
4	Isover EPS 150	0,2000	0,0350	1270,0	25,0	50,0	0.0000
5	Elastodek 40 S	0,0040	0,2100	1470,0	1200,0	3000,0 <sup>^</sup>	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

<sup>^</sup> ekvival. faktor dif. odporu s vlivem netěsností, stanoven interním výpočtem

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Dlažba keramická	---
2	Beton hutný	---
3	EPS 100 deska podlahového topení	---
4	Isover EPS 150	---
5	Elastodek 40 Standard Mineral	---

### Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.17 m<sup>2</sup>K/W  
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m<sup>2</sup>K/W  
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.00 m<sup>2</sup>K/W  
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.00 m<sup>2</sup>K/W

Návrhová venkovní teplota Te : 5.0 C  
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 24.0 C  
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 99.0 %  
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 75.0 %

## VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

### Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 6.085 m<sup>2</sup>K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce U : **0.160 W/m<sup>2</sup>K**

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>k</sub> : 0.18 / 0.21 / 0.26 / 0.36 W/m<sup>2</sup>K

Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

### Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce Z<sub>pT</sub> : 1.6E+0011 m/s

Teplotní útlum konstrukce N<sub>y</sub>\* podle EN ISO 13786 : 161.6

Fázový posun teplotního kmitu Psi\* podle EN ISO 13786 : 11.3 h

### Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T<sub>si,p</sub> : 23.25 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách f<sub>Rsi,p</sub> : **0.961**

Obě hodnoty platí pro odpor při přestupu tepla na vnitřní straně R<sub>si</sub>=0,25 m<sup>2</sup>K/W.

## VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)

**Název konstrukce:** S1\_podlaha na zemině s keramickou nášlapnou vrstvou

### Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota  $T_i$ : 24,0 C  
 Převažující návrhová vnitřní teplota  $T_{iM}$ : 24,0 C  
 Návrhová venkovní teplota  $T_{ae}$ : -15,0 C  
 Teplota na vnější straně  $T_e$ : 5,0 C  
 Návrhová teplota vnitřního vzduchu  $T_{ai}$ : 24,0 C  
 Relativní vlhkost v interiéru RH<sub>i</sub>: 70,0 % (+5,0%)

### **Skladba konstrukce**

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Dlažba keramická	0,008	1,010	200,0
2	Beton hutný	0,060	1,300	20,0
3	EPS 100 deska podlahového tope	0,040	0,037	50,0
4	Isover EPS 150	0,200	0,035	50,0
5	Elastodek 40 Standard Mineral	0,004	0,210	3000,0

### I. Požadavek na teplotní faktor (čl. 5.1 v ČSN 730540-2)

Požadavek:  $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} = 0,820$

Vypočtená průměrná hodnota:  $f_{Rsi,m} = 0,961$

Kritický teplotní faktor  $f_{Rsi,cr}$  byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

Průměrná hodnota  $f_{Rsi,m}$  (resp. maximální hodnota při hodnocení skladby mimo tepelné mosty a vazby) není nikdy minimální hodnotou ve všech místech konstrukce. Nelze s ní proto prokazovat plnění požadavku na minimální povrchové teploty zabudované konstrukce včetně tepelných mostů a vazeb. Její převýšení nad požadavkem naznačuje pouze možnosti plnění požadavku v místě tepelného mostu či tepelné vazby.

### II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)

Požadavek:  $U_{N} = 0,36 \text{ W/m}^2\text{K}$

Vypočtená hodnota:  $U = 0,16 \text{ W/m}^2\text{K}$

**$U < U_N$  ... POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

Vypočtený součinitel prostupu tepla musí zahrnovat vliv systematických tepelných mostů (např. kroků v zateplené šikmé střeše).

### III. Požadavek na pokles dotykové teploty (čl. 5.5 v ČSN 730540-2)

Požadavek: velmi teplá podlaha -  $\Delta T_{10,N} = 3,8 \text{ C}$

**Je instalováno podlahové vytápění.**

# KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

**Teplo 2017 EDU**

Název úlohy : **S3\_podlaha na zemině s korkovou nášlapnou vrstvou**  
Zpracovatel : Bc. Tomáš Zelenka  
Zakázka :  
Datum : 10.12.2019

## ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Podlaha na zemině  
Korekce součinitele prostupu dU : 0.020 W/m<sup>2</sup>K

### Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m <sup>3</sup> ]	Mi [-]	Ma [kg/m <sup>2</sup> ]
1	Korek lisovaný	0,0070	0,0640	1880,0	150,0	8,0	0.0000
2	Disperzní lepi	0,0050	0,6000	1010,0	1800,0	150,0	0.0000
3	Beton hutný	0,0610	1,3000	1020,0	2200,0	20,0	0.0000
4	EPS 100 deska	0,0400	0,0370	1270,0	21,0	50,0	0.0000
5	Isover EPS 150	0,2000	0,0350	1270,0	25,0	50,0	0.0000
6	Elastodek 40 S	0,0040	0,2100	1470,0	1200,0	3000,0 <sup>^</sup>	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

<sup>^</sup> ekvival. faktor dif. odporu s vlivem netěsností, stanoven interním výpočtem

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Korek lisovaný	---
2	Disperzní lepidlo na korkové podlahy	---
3	Beton hutný	---
4	EPS 100 deska podlahového topení	---
5	Isover EPS 150	---
6	Elastodek 40 Standard Mineral	---

### Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.17 m<sup>2</sup>K/W  
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m<sup>2</sup>K/W  
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.00 m<sup>2</sup>K/W  
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.00 m<sup>2</sup>K/W

Návrhová venkovní teplota Te : 5.0 C  
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 22.0 C  
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 99.0 %  
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 55.0 %

## VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

### Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 6.169 m<sup>2</sup>K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce U : **0.158 W/m<sup>2</sup>K**

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>k</sub> : 0.18 / 0.21 / 0.26 / 0.36 W/m<sup>2</sup>K

Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

### Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce Z<sub>pT</sub> : 1.6E+0011 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny\* podle EN ISO 13786 : 238.9

Fázový posun teplotního kmitu Psi\* podle EN ISO 13786 : 11.9 h

### Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T<sub>si,p</sub> : 21.34 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách f<sub>Rsi,p</sub> : **0.961**

Obě hodnoty platí pro odpor při přestupu tepla na vnitřní straně R<sub>si</sub>=0,25 m<sup>2</sup>K/W.

## VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)

**Název konstrukce:** S3\_podlaha na zemině s korkovou nášlapnou vrstvou

### Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota  $T_i$ : 22,0 C  
 Převažující návrhová vnitřní teplota  $T_{iM}$ : 22,0 C  
 Návrhová venkovní teplota  $T_{ae}$ : -15,0 C  
 Teplota na vnější straně  $T_e$ : 5,0 C  
 Návrhová teplota vnitřního vzduchu  $T_{ai}$ : 22,0 C  
 Relativní vlhkost v interiéru RH*i*: 50,0 % (+5,0%)

### Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Korek lisovaný	0,007	0,064	8,0
2	Disperzní lepidlo na korkové p	0,005	0,600	150,0
3	Beton hutný	0,061	1,300	20,0
4	EPS 100 deska podlahového tope	0,040	0,037	50,0
5	Isover EPS 150	0,200	0,035	50,0
6	Elastodek 40 Standard Mineral	0,004	0,210	3000,0

### I. Požadavek na teplotní faktor (čl. 5.1 v ČSN 730540-2)

Požadavek:  $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} = 0,464$

Vypočtená průměrná hodnota:  $f_{Rsi,m} = 0,961$

Kritický teplotní faktor  $f_{Rsi,cr}$  byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

Průměrná hodnota  $f_{Rsi,m}$  (resp. maximální hodnota při hodnocení skladby mimo tepelné mosty a vazby) není nikdy minimální hodnotou ve všech místech konstrukce.

Nelze s ní proto prokazovat plnění požadavku na minimální povrchové teploty zabudované konstrukce včetně tepelných mostů a vazeb. Její převýšení nad požadavkem naznačuje pouze možnosti plnění požadavku v místě tepelného mostu či tepelné vazby.

### II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)

Požadavek:  $U_{,N} = 0,45 \text{ W/m}^2\text{K}$

Vypočtená hodnota:  $U = 0,160 \text{ W/m}^2\text{K}$

**$U < U_{,N}$  ... POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

Vypočtený součinitel prostupu tepla musí zahrnovat vliv systematických tepelných mostů (např. krokví v zateplené šikmé střeše).

### III. Požadavek na pokles dotykové teploty (čl. 5.5 v ČSN 730540-2)

Požadavek: velmi teplá podlaha -  $\Delta T_{10,N} = 3,8 \text{ C}$

**Je instalováno podlahové vytápění.**



# KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

**Teplo 2017 EDU**

Název úlohy : **S6\_podlaha na zemině s textilní nášlapnou vrstvou**

Zpracovatel : Bc. Tomáš Zelenka

Zakázka :

Datum : 10.12.2019

## ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Podlaha na zemině

Korekce součinitele prostupu dU : 0.020 W/m<sup>2</sup>K

### Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m <sup>3</sup> ]	Mi [-]	Ma [kg/m <sup>2</sup> ]
1	Koberec	0,0050	0,0650	1880,0	160,0	6,0	0.0000
2	Beton hutný	0,0680	1,3000	1020,0	2200,0	20,0	0.0000
3	EPS 100 deska	0,0400	0,0370	1270,0	21,0	50,0	0.0000
4	Isover EPS 150	0,2000	0,0350	1270,0	25,0	50,0	0.0000
5	Elastodek 40 S	0,0040	0,2100	1470,0	1200,0	3000,0 <sup>^</sup>	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

<sup>^</sup> ekvival. faktor dif. odporu s vlivem netěsností, stanoven interním výpočtem

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Koberec	---
2	Beton hutný	---
3	EPS 100 deska podlahového topení	---
4	Isover EPS 150	---
5	Elastodek 40 Standard Mineral	---

### Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.17 m<sup>2</sup>K/W  
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m<sup>2</sup>K/W  
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.00 m<sup>2</sup>K/W  
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.00 m<sup>2</sup>K/W

Návrhová venkovní teplota Te : 5.0 C  
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 22.0 C  
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 99.0 %  
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 55.0 %

## VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

### Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 6.142 m<sup>2</sup>K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce U : **0.158 W/m<sup>2</sup>K**

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>k</sub> : 0.18 / 0.21 / 0.26 / 0.36 W/m<sup>2</sup>K

Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

### Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce Z<sub>pT</sub> : 1.5E+0011 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny\* podle EN ISO 13786 : 220.8

Fázový posun teplotního kmitu Psi\* podle EN ISO 13786 : 11.8 h

### Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T<sub>si,p</sub> : 21.34 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách f<sub>Rsi,p</sub> : **0.961**

Obě hodnoty platí pro odpor při přestupu tepla na vnitřní straně R<sub>si</sub>=0,25 m<sup>2</sup>K/W.

Teplo 2017 EDU, (c) 2017 Svoboda Software

## VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)

**Název konstrukce:** S6\_podlaha na zemině s textilní nášlapnou vrstvou

### Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota  $T_i$ : 22,0 C  
Převažující návrhová vnitřní teplota  $T_{iM}$ : 22,0 C  
Návrhová venkovní teplota  $T_{ae}$ : -15,0 C  
Teplota na vnější straně  $T_e$ : 5,0 C  
Návrhová teplota vnitřního vzduchu  $T_{ai}$ : 22,0 C  
Relativní vlhkost v interiéru RH<sub>i</sub>: 50,0 % (+5,0%)

### Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Koberec	0,005	0,065	6,0
2	Beton hutný	0,068	1,300	20,0
3	EPS 100 deska podlahového tope	0,040	0,037	50,0
4	Isover EPS 150	0,200	0,035	50,0
5	Elastodek 40 Standard Mineral	0,004	0,210	3000,0

### I. Požadavek na teplotní faktor (čl. 5.1 v ČSN 730540-2)

Požadavek:  $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} = 0,464$

Vypočtená průměrná hodnota:  $f_{Rsi,m} = 0,960$

Kritický teplotní faktor  $f_{Rsi,cr}$  byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

Průměrná hodnota  $f_{Rsi,m}$  (resp. maximální hodnota při hodnocení skladby mimo tepelné mosty a vazby) není nikdy minimální hodnotou ve všech místech konstrukce. Nelze s ní proto prokazovat plnění požadavku na minimální povrchové teploty zabudované konstrukce včetně tepelných mostů a vazeb. Její převýšení nad požadavkem naznačuje pouze možnosti plnění požadavku v místě tepelného mostu či tepelné vazby.

### II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)

Požadavek:  $U_{N} = 0,45 \text{ W/m}^2\text{K}$

Vypočtená hodnota:  $U = 0,161 \text{ W/m}^2\text{K}$

**$U < U_N$  ... POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

Vypočtený součinitel prostupu tepla musí zahrnovat vliv systematických tepelných mostů (např. krokví v zateplené šikmé střeše).

### III. Požadavek na pokles dotykové teploty (čl. 5.5 v ČSN 730540-2)

Požadavek: velmi teplá podlaha -  $\Delta T_{10,N} = 3,8 \text{ C}$

**Je instalováno podlahové vytápění.**

# KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2017 EDU

Název úlohy : **S4\_podlaha na zemině s PU nášlapnou vrstvou**

Zpracovatel : Bc. Tomáš Zelenka

Zakázka :

Datum : 10.12.2019

## ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Podlaha na zemině

Korekce součinitele prostupu dU : 0.020 W/m2K

### Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m3]	Mi [-]	Ma [kg/m2]
1	Beton hutný	0,0940	1,3000	1020,0	2200,0	20,0	0.0000
2	Isover EPS 150	0,2400	0,0350	1270,0	25,0	50,0	0.0000
3	Elastodek 40 S	0,0040	0,2100	1470,0	1200,0	3000,0^	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

^ ekvival. faktor dif. odporu s vlivem netěsností, stanoven interním výpočtem

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Beton hutný	---
2	Isover EPS 150	---
3	Elastodek 40 Standard Mineral	---

### Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.17 m2K/W

dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m2K/W

Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.00 m2K/W

dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.00 m2K/W

Návrhová venkovní teplota Te : 5.0 C

Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.0 C

Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 99.0 %

Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 55.0 %

## VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

### Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 6.146 m<sup>2</sup>K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce U : **0.158 W/m<sup>2</sup>K**

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>k</sub> : 0.18 / 0.21 / 0.26 / 0.36 W/m<sup>2</sup>K

Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

### Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce Z<sub>p</sub>T : 1.6E+0011 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny\* podle EN ISO 13786 : 226.1

Fázový posun teplotního kmitu Psi\* podle EN ISO 13786 : 12.2 h

### Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T<sub>si,p</sub> : 19.41 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách f<sub>Rsi,p</sub> : **0.961**

Obě hodnoty platí pro odpor při přestupu tepla na vnitřní straně R<sub>si</sub>=0,25 m<sup>2</sup>K/W.

## VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)

**Název konstrukce:** S4\_podlaha na zemině s PU nášlapnou vrstvou

### Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota  $T_i$ : 20,0 C  
Převažující návrhová vnitřní teplota  $T_{iM}$ : 20,0 C  
Návrhová venkovní teplota  $T_{ae}$ : -15,0 C  
Teplota na vnější straně  $T_e$ : 5,0 C  
Návrhová teplota vnitřního vzduchu  $T_{ai}$ : 20,0 C  
Relativní vlhkost v interiéru  $R_{Hi}$ : 50,0 % (+5,0%)

### **Skladba konstrukce**

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Beton hutný	0,094	1,300	20,0
2	Isover EPS 150	0,240	0,035	50,0
3	Elastodek 40 Standard Mineral	0,004	0,210	3000,0

### **I. Požadavek na teplotní faktor (čl. 5.1 v ČSN 730540-2)**

Požadavek:  $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} =$  0,402

Vypočtená průměrná hodnota:  $f_{Rsi,m} =$  0,960

Kritický teplotní faktor  $f_{Rsi,cr}$  byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

Průměrná hodnota  $f_{Rsi,m}$  (resp. maximální hodnota při hodnocení skladby mimo tepelné mosty a vazby) není nikdy minimální hodnotou ve všech místech konstrukce. Nelze s ní proto prokazovat plnění požadavku na minimální povrchové teploty zabudované konstrukce včetně tepelných mostů a vazeb. Její převýšení nad požadavkem naznačuje pouze možnosti plnění požadavku v místě tepelného mostu či tepelné vazby.

### **II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)**

Požadavek:  $U, N =$  0,45 W/m<sup>2</sup>K

Vypočtená hodnota:  $U =$  0,160 W/m<sup>2</sup>K

**$U < U, N$  ... POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

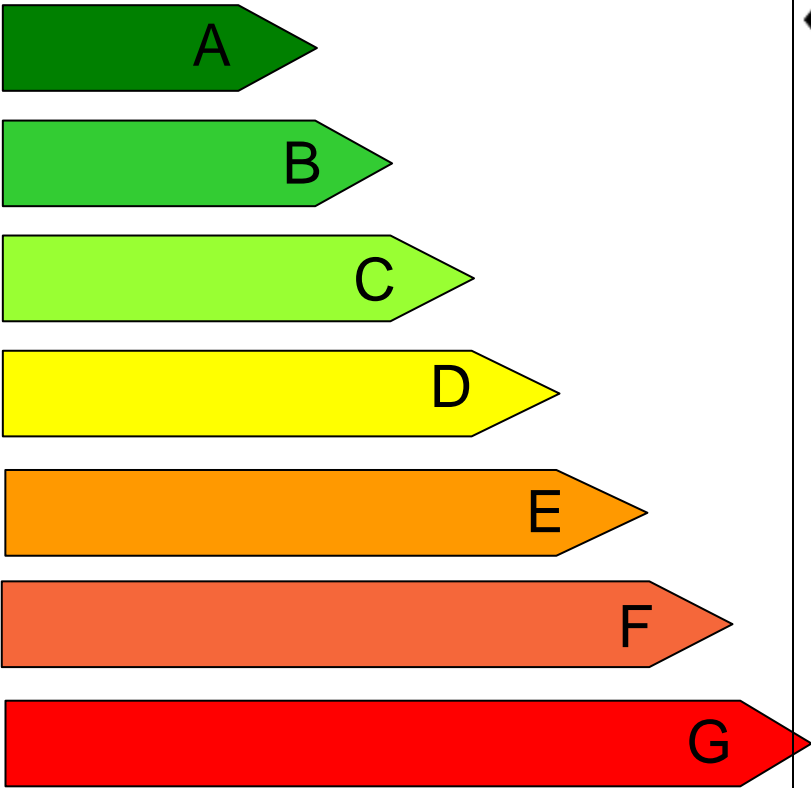
Vypočtený součinitel prostupu tepla musí zahrnovat vliv systematických tepelných mostů (např. krokví v zateplené šikmé střeše).

### **III. Požadavek na pokles dotykové teploty (čl. 5.5 v ČSN 730540-2)**

Požadavek: bez požadavku

**Je instalováno podlahové vytápění.**

## ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY

Typ budovy, místní označení: Mateřská škola v pasivním standardu Adresa budovy: k.ú. Fulnek, p .č. 755/51 755/17					Hodnocení obálky budovy	
Celková podlahová plocha: 1493,4 m <sup>2</sup>					stávající	doporučení
CI	Velmi úsporná				0,45	
						
0,5	B					
0,75	C					
1,0	D					
1,5	E					
2,0	F					
2,5	G					
Mimořádně ne hospodárná						
KLASIFIKACE					A	
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy <i>U<sub>em,N</sub></i> ve W/(m <sup>2</sup> .K) <i>U<sub>em</sub></i> = <i>HT/A</i>					0,124	
Požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla obálky budovy podle ČSN 73 0540-2 <i>U<sub>em,N</sub></i> ve W/(m <sup>2</sup> .K)					0,61	0,27
Klasifikační ukazatel CI a jím odpovídající hodnoty <i>U<sub>em</sub></i>						
CI	0,5	0,75	1,0	1,5	2,0	2,5
<i>U<sub>em</sub></i>	0,21	0,31	0,42	0,62	0,83	1,04
Platnost štítku do			1.1.2030			
Vypracoval			Bc. Tomáš Zelenka			

Tento protokol a energetický štítek obálky budovy byl vypracován v souladu s ČSN 73 0540-2:2011 a podle projektové dokumentace stavby dodané objednatelem.

PRŮMĚRNÝ SOUČINITEL PROSTUPU TEPLA OBÁLKOU BUDOVY	$U_{em} \leq U_{em,N}$
---	------------------------

konstrukce	referenční budova				hodnocená budova			
	A	U	b	H <sub>T</sub>	A	U	b	H <sub>T</sub>
	[m <sup>2</sup> ]	[W/m <sup>2</sup> .K]	[-]	[W/K]	[m <sup>2</sup> ]	[W/m <sup>2</sup> .K]	[-]	[W/K]
S14 - Obvodová stěna	1338,90	0,30	1,00	401,67	1338,90	0,13	1,00	174,06
S18 - Obvodová stěna pod terénem	171,36	0,45	0,43	33,05	171,36	0,16	0,43	11,75
S11 - Zelená extenzivní střecha	1317	0,24	1,00	316,08	1317,00	0,10	1,00	131,70
S1 - Podlaha na zemině s keram. náš. vrstvou	643,00	0,45	0,43	124,01	643,00	0,16	0,43	44,09
S3 - Podlaha na zemině s korkovou náš. vrstvou	332,00	0,45	0,43	64,03	332,00	0,16	0,43	22,77
S6 - Podlaha na zemině s textilní náš. vrstvou	267,00	0,45	0,43	51,49	267,00	0,16	0,43	18,31
S5 - Podlaha na zemině s PU nášlapnou vrstvou	116,00	0,45	0,43	22,37	116,00	0,16	0,43	7,95
Okno O01	2,00	1,50	1,00	3,00	2,00	0,68	1,00	1,36
Okno O02	8,00	1,50	1,00	12,00	8,00	0,65	1,00	5,24
Okno O03	0,38	1,50	1,00	0,57	0,38	0,79	1,00	0,30
Okno O04	0,79	1,50	1,00	1,19	0,79	0,71	1,00	0,56
Okno O05	5,00	1,50	1,00	7,50	5,00	0,66	1,00	3,30
Okno O06	7,00	1,50	1,00	10,50	7,00	0,66	1,00	4,65
Okno O07	2,25	1,50	1,00	3,38	2,25	0,66	1,00	1,49
Okno O08	0,81	1,50	1,00	1,22	0,81	0,74	1,00	0,60
Okno O09	0,49	1,50	1,00	0,73	0,49	0,77	1,00	0,38
Okno O10	0,75	1,50	1,00	1,13	0,75	0,74	1,00	0,55
Okno O11	3,50	1,50	1,00	5,25	3,50	0,70	1,00	2,46
Okno O12	1,88	1,50	1,00	2,81	1,88	0,67	1,00	1,27
Okno O14	1,50	1,50	1,00	2,25	1,50	0,71	1,00	1,06
Okno O15	0,38	1,50	1,00	0,56	0,38	0,80	1,00	0,30
Okno O16	1,13	1,50	1,00	1,69	1,13	0,80	1,00	0,90
Dveře D1	4,14	1,70	1,00	7,04	4,14	0,80	1,00	3,31
Dveře D3	2,07	1,70	1,00	3,52	2,07	0,68	1,00	1,41
celkem	4227,32	-	-	1077,02	4227,32	-	-	439,77
tepelné vazby	4227,32 * 0,02			84,546	4227,32 * 0,02			84,546
celková měrná ztráta prostupem tepla	H <sub>T</sub> =			1161,569	H <sub>T</sub> =			524,317
průměrný součinitel prostupu tepla	U <sub>em,N</sub> =			0,2748	U <sub>em</sub> =			0,1240

<div>VYHODNOCENÍ:</div> <div> <div>U<sub>em</sub></div> <div>0,1240</div> </div> <div>&lt;</div> <div> <div>U<sub>em,N</sub></div> <div>0,2748</div> </div> <div>U<sub>em,max</sub></div> <div>0,6100</div>	<div>VYHOVUJE</div>
---	---------------------

KLASIFIKACE:	CI	0,5	0,75	1	1,5	2	2,5
	U <sub>em</sub>	0,1374	0,2061	0,2748	0,4122	0,5496	0,6869

$$CI = U_{em} / U_{em,N}$$

CI	0,4514	->	třída	A	VELMI ÚSPORNÁ
----	--------	----	-------	---	---------------

ČINITEL TEPLOTNÍ REDUKCE:	
teploty [°C]	
vnitřní návrhová teplota:	20
převažující vnitřní návrhová teplota:	20
návrhová teplota za konstrukcí:	5      -15
zimní návrhová teplota:	-15

exteriér	b=	1,00
zemina	b=	0,43
okna, dveře	b=	1,00

Definice je uvedena v ČSN 73 0540-4 v normativní příloze H (H.2.2):

$$b = (\theta_i - \theta_{za\text{ konstrukci}}) / (\theta_{im} - \theta_e)$$

- $\theta_i$  - vnitřní návrhová teplota
- $\theta_{im}$  - převažující vnitřní návrhová teplota
- $\theta_{za\text{ konstrukci}}$  - návrhová teplota za konstrukcí
- $\theta_e$  - zimní extrémní návrhová teplota
- $(\theta_{im} - \theta_e)$  - základní teplotní rozdíl vnitřního a venkovního prostředí



**Posouzení součinitele tepla  $U_w$  výplní otvorů**

OZN. VÝPLNĚ	ŠÍŘKA [m]	VÝŠKA [m]	ŠÍŘKA RÁMU [m]	POČET SLOUPKŮ	ŠÍŘKA SLOUPKU 1 [m]	ŠÍŘKA SLOUPKU 2 [m]	$A_w$ [m <sup>2</sup> ]	$A_g$ [m <sup>2</sup> ]	$A_f$ [m <sup>2</sup> ]	$l_g$ [m]	$U_f$ [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	$U_g$ [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	$\psi$ [W/m <sup>2</sup> ·K]	$U_w$ [W/(m <sup>2</sup> ·K)]
O01	1,00	2,00	0,090	0	0	0	2,00	1,49	0,51	5,28	0,65	0,54	0,04220	0,68
O02	4,00	2,00	0,090	2	0,090	0,090	8,00	6,62	1,38	18,20	0,65	0,54	0,04220	0,65
O03	Ø 700 Ø 1000		0,090	0	0	0	0,38	0,21	0,17	1,79	0,65	0,54	0,04220	0,79
O04				0	0	0	0,79	0,53	0,26	2,58	0,65	0,54	0,04220	0,71
O05	2,50	2,00	0,090	1	0,090	0	5,00	4,06	0,94	11,74	0,65	0,54	0,04220	0,66
O06	3,50	2,00	0,090	2	0,090	0,090	7,00	5,71	1,29	17,20	0,65	0,54	0,04220	0,66
O07	1,50	1,50	0,090	0	0	0	2,25	1,74	0,51	5,28	0,65	0,54	0,04220	0,66
O08	1,25	0,65	0,090	0	0	0	0,81	0,50	0,31	3,08	0,65	0,54	0,04220	0,74
O09	0,75	0,65	0,090	0	0	0	0,49	0,27	0,22	2,08	0,65	0,54	0,04220	0,77
O10	0,75	1,00	0,090	0	0	0	0,75	0,47	0,28	2,78	0,65	0,54	0,04220	0,74
O11	3,50	1,00	0,090	2	0,090	0,090	3,50	2,57	0,93	11,20	0,65	0,54	0,04220	0,70
O12	1,25	1,50	0,090	0	0	0	1,88	1,41	0,46	4,78	0,65	0,54	0,04220	0,67
O14	2,00	0,75	0,090	0	0	0	1,50	1,04	0,46	4,78	0,65	0,54	0,04220	0,71
O15	0,50	0,75	0,090	0	0	0	0,38	0,18	0,19	1,78	0,65	0,54	0,04220	0,80
O16	1,50	0,75	0,090	2	0,090	0,090	1,13	0,65	0,48	5,70	0,65	0,54	0,04220	0,80
D1	1,80	2,30	-	-	-	-	4,14	-	-	-	-	-	-	0,80
D3	0,90	2,30	-	-	-	-	2,07	-	-	-	-	-	-	0,68