



**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

**FAKULTA STAVEBNÍ**

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

**ÚSTAV POZEMNÍHO STAVITELSTVÍ**

INSTITUTE OF BUILDING STRUCTURES

**BYTOVÝ DŮM**

APARTMENT BUILDING

**POSOUZENÍ Z HLEDISKA STAVEBNÍ FYZIKY  
TEPELNÁ TECHNIKA**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

BACHELOR'S THESIS

**AUTOR PRÁCE**

AUTHOR

Radek Čermák

**VEDOUCÍ PRÁCE**

SUPERVISOR

doc. Ing. JAN PĚNČÍK, Ph.D.

**BRNO 2021**

## Obsah

1 Všeobecné údaje o stavbě.....	3
2 Účel posouzení .....	3
3 Podklady pro zpracování .....	3
4 Použité právní předpisy a normy.....	4
5 Posouzení z hlediska úspory energie a ochrany tepla .....	4
5.1 Normativní požadavky .....	4
5.1.1 Nejnižší vnitřní povrchová teplota .....	4
5.1.2. Součinitel prostupu tepla .....	4
5.1.3. Průměrný součinitel prostupu tepla .....	5
5.1.4. Zkondenzované množství páry v konstrukci .....	5
5.1.5 Obecný postup výpočtu min. vnitřní povrchové teploty $\theta_{si,min}$ .....	5
5.1.6 Součinitel prostupu tepla oken a dveří .....	6
5.1.7 Obecný postup výpočtu průměrného součinitele prostupu tepla $U_{em}$ ....	6
5.1.8 Obecný postup výpočtu roční bilance vodní páry v konstrukci .....	6
5.2 Technické údaje budovy z hlediska úspory energie a ochrana tepla.....	7
5.2.1 Geometrické charakteristiky budovy.....	7
5.2.2 Skladby konstrukcí .....	7
5.2.3 Výplně otvorů.....	7
5.3 Součinitel prostupu tepla .....	7
5.3.1 Výpočet .....	7
5.3.2 Posouzení.....	9
5.4 Průměrný součinitel prostupu tepla obálkou budovy .....	9
Podrobný výpočet viz Příloha č.1 - Energetický štítek budovy .....	9
5.5 Šíření vlhkosti konstrukcí.....	9
5.5.1 Výpočet .....	9
5.5.2 Posouzení.....	13
6 Přílohy .....	13
7 Závěr.....	13

# 1 Všeobecné údaje o stavbě

Název stavby: Bytový dům  
Místo stavby: Němčany, k.ú. Němčany [702901], parc. č. 2354/1  
Charakter stavby: Novostavba  
Účel stavby: Stavba pro trvalé bydlení  
Popis objektu:

Jedná se o novostavbu bytového domu. Objekt je navržen jako 4 podlažní s 1 podzemním podlažím. V suterénu se nachází technické zázemí objektu, skladovací kóje jednotlivých bytů a společenská místnost. V nadzemních podlažích se nachází celkem 16 bytových jednotek. V prvním nadzemním podlaží jsou 4 bytové jednotky, kolárna a kočárkárna, úklidová místnost a místnost pro baterie. Ve 2NP a 3NP je 5 bytů a v posledním nadzemním podlaží jsou 2 byty. Základovou konstrukci tvoří základové pasy z prostého betonu. Obvodové zdívo je z tvárnic typu THERM s kontaktním zateplovacím systémem ETICS. Stropní konstrukci tvoří železobetonové desky. Celý bytový dům je ukončen vegetační jednoplášťovou plochou střechou s klasickým pořadím vrstev.

## 2 Účel posouzení

Účelem posouzení je, na základě požadavků vyhlášky č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby ve znění vyhlášky č. 20/2012, ověřit, zda daný objekt a jeho konstrukce splňuje:

- Tepelně technické požadavky
- Požadavky z hlediska úspory energie

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

## 3 Podklady pro zpracování

- Studie projektu včetně textových částí
- Pracovní projektová dokumentace ve fázi provádění stavby
- Situace
- Urbanistické a klimatické poměry dané oblasti
- Okrajové podmínky vnitřní a vnější
- Prohlídka dané lokality

## 4 Použité právní předpisy a normy

- [1] Zákon č. 183/2006 Sb. o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon) ve znění pozdějších předpisů.
- [2] Zákon č. 406/2000 Sb. o hospodaření energií ve znění pozdějších předpisů.
- [3] Vyhláška č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby ve znění vyhlášky č. 20/2012 Sb.
- [4] Vyhláška č. 499/2006 Sb., o dokumentaci staveb ve znění pozdějších předpisů.
- [5] Vyhláška č. 78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov.
- [6] Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci ve znění pozdějších předpisů.
- [7] ČSN 73 0540-1:2005 Tepelná ochrana budov -Část 1: Terminologie.
- [8] ČSN 73 0540-2:2011 + Z1:2012 Tepelná ochrana budov -Část 2: Požadavky.
- [9] ČSN 73 0540-3:2005 Tepelná ochrana budov -Část 3: Návrhové hodnoty veličin.
- [10] ČSN 73 0540-4:2005 Tepelná ochrana budov -Část 4: Výpočtové metody.

## 5 Posouzení z hlediska úspory energie a ochrany tepla

### 5.1 Normativní požadavky

#### 5.1.1 Nejnižší vnitřní povrchová teplota

Konstrukce a styky konstrukcí v prostorech s navrhovanou relativní vlhkostí vnitřního vzduchu  $\varphi_i \leq 60 \%$  musí v zimním období za normových podmínek vykazovat v každém místě takovou vnitřní povrchovou teplotu, aby bylo splněno kritérium pro teplotní faktor vnitřního povrchu  $f_{Rsi}$ .

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

$f_{Rsi}$  [-] – teplotní faktor vnitřního povrchu

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

Lokalita	Návrhová teplota vnitřního vzduchu $O_{si}$ [°C]	Návrhová teplota venkovního vzduchu $O_{se}$ [°C]	Kritický teplotní faktor vnitřního povrchu $f_{Rsi,cr}$ [-]
Němčany	20,6	-15	0,932

#### 5.1.2. Součinitel prostupu tepla

Konstrukce vytápěných budov musí dle ČSN 73 0540-2 tab. 3 vyhovovat požadovaným hodnotám součinitele prostupu tepla  $U$  [W.m<sup>-2</sup>.K<sup>-1</sup>], který se stanovuje za návrhové relativní vlhkosti prostoru  $\varphi_i \leq 60 \%$  a stanoví se dle následujícího vztahu:

$$U \leq U_{rec,20}(U_{N,20})$$

$$U = \frac{1}{R_{si} + \sum \frac{d}{\lambda} + R_{se}} [W.m^{-2}.K^{-1}]$$

$U [W.m^{-2}.K^{-1}]$  -součinitel prostupu tepla konstrukce

$U_{rec,20} [W.m^{-2}.K^{-1}]$  – doporučená hodnota součinitele prostupu tepla

$U_{N,20} [W.m^{-2}.K^{-1}]$  – požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla

$R_{si}$  – tepelný odpor při přestupu tepla na vnitřním povrchu [ $m^2.k.W^{-1}$ ]

$R_{se}$  – tepelný odpor při přestupu tepla na vnějším povrchu [ $m^2.k.W^{-1}$ ]

$\lambda$  - součinitel tepelné vodivosti materiálu [ $W.m^{-1}.K^{-1}$ ]

$d$  – tloušťka dané konstrukce [m]

Normové hodnoty dle ČSN 73 0540-2

### 5.1.3. Průměrný součinitel prostupu tepla

Průměrný součinitel prostupu tepla  $U_{em} [W.m^{-2}.K^{-1}]$ , budovy nebo vytápěné zóny, musí splňovat podmínku:

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

$U_{em}$  – průměrná hodnota součinitele prostupu tepla [ $W.m^{-2}.K^{-1}$ ]

$U_{em,N}$  – požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla [ $W.m^{-2}.K^{-1}$ ]

Normové hodnoty součinitele prostupu tepla  $U_{N,20}$  jednotlivých konstrukcí dle ČSN 73 0540-2:2011+Z1:2012 Tepelná ochrana budov - Část 2: Požadavky

### 5.1.4. Zkondenzované množství páry v konstrukci

Pro stavební konstrukci, u které by zkondenzovaná vodní pára uvnitř konstrukce  $M_c$  [ $kg/(m^2.a)$ ] mohla ohrozit její požadovanou funkci, se požaduje omezení ročního množství zkondenzované vodní páry uvnitř konstrukce tak, aby byla splněna podmínka:

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

### 5.1.5 Obecný postup výpočtu min. vnitřní povrchové teploty $\theta_{si,min}$

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

Teplotní faktor vnitřního povrchu  $f_{R,si}$

$$f_{R,si} = (\theta_{si,min} - \theta_e) / (\theta_{ai} - \theta_e) \quad [-]$$

Posouzení:

$$f_{R,si,cr} \geq f_{R,si,N}$$

$f_{R,si,N}$  – Požadovaná hodnota nejnižšího teplotního faktoru [-]

$f_{R,si,cr}$  – Kritická hodnota teplotního faktoru [-]

pozn.: Pro výpočet povrchové teploty a faktoru vnitřního povrchu je  $R_{si} = 0,25 m^2.K/W$

### 5.1.6 Součinitel prostupu tepla oken a dveří

$$U_w = \frac{A_g \times U_g + A_f \times U_f + L_g \times \Psi_g}{A_g + A_f}$$

	[W/m <sup>2</sup> K]
A <sub>g</sub> – Plocha zasklení	[m <sup>2</sup> ]
U <sub>g</sub> – Součinitel prostupu tepla zasklením	[W/m <sup>2</sup> K]
A <sub>f</sub> – Plocha okenního rámu a křídla	[m <sup>2</sup> ]
U <sub>f</sub> – Součinitel prostupu tepla	[W/m <sup>2</sup> K]
L <sub>g</sub> – Délka obvodu zasklení	[m]
Ψ <sub>g</sub> – Lineární činitel prostupu tepla styku rám / zasklení, včetně distančního rámečku izolačního skla	[W/mK]

### 5.1.7 Obecný postup výpočtu průměrného součinitele prostupu tepla U<sub>em</sub>

U <sub>em</sub> = H <sub>T</sub> / A	[W/m <sup>2</sup> K]
H <sub>T</sub> = Σ(A x b x U) + A x ΔU <sub>tbm</sub>	[W/K]
H <sub>T</sub> – Měrná ztráta prostupem tepla	[W/K]
U – Součinitel prostupu tepla konstrukcí	[W/m <sup>2</sup> .K]
A – Součet ploch obalovaných konstrukcí	[m <sup>2</sup> ]
b – Činitel teplotní redukce	[-]
ΔU <sub>tbm</sub> – Průměrný vliv všech tepelných vazeb	[W/m <sup>2</sup> .K]

### 5.1.8 Obecný postup výpočtu roční bilance vodní páry v konstrukci

Odpor konstrukce při přestupu vodní páry Z<sub>p</sub>:

Z <sub>pT</sub> = Z <sub>pi</sub> + Z <sub>p</sub> + Z <sub>pe</sub>	[m/s]
Z <sub>pi</sub> = 0,1 x 10 <sup>9</sup>	[m/s]
Z <sub>pe</sub> = 0,05 x 10 <sup>9</sup>	[m/s]
Z <sub>p</sub> = Σ (d <sub>j</sub> /δ <sub>j</sub> )	[m/s]

Průběh teplot v konstrukci θ<sub>i</sub>:

$$\theta_x = \theta_{ai} - U \cdot (R_{si} + R_x) \cdot (\theta_{ai} - \theta_e)$$

Pozn.: Určení oblasti kondenzace z grafu

Hustota toku vodní páry g<sub>A</sub>:

$$g_A = \frac{p_i - p_{SAT,A}}{z_{pA}} \quad [kg/m^2s]$$

$$g_B = \frac{p_i - p_{SAT,B}}{z_{pB}} \quad [kg/m^2s]$$

Dílčí množství zkondenzované, nebo vypařené vodní páry M<sub>aj</sub>:

$$M_{aj} = (g_{Aj} - g_{Bj}) \times t_c \quad [kg/m^2s]$$

## 5.2 Technické údaje budovy z hlediska úspory energie a ochrana tepla

### 5.2.1 Geometrické charakteristiky budovy

Posuzovaný objekt je samostatně stojící převážně obdélníkového tvaru s jednotlivými úskoky obvodových stěn s maximálními rozměry 35,00x19,15 m. Objekt má 4 nadzemní a 1 podzemní podlaží.

### 5.2.2 Skladby konstrukcí

Jednotlivé skladby konstrukcí jsou podrobně zpracovány ve výpisu skladeb viz D1.1.

### 5.2.3 Výplně otvorů

Jako výplně otvorů jsou zvoleny plastové okna, zasklená izolačním trojsklem  $U=0,7\text{W/m}^2\cdot\text{K}$ , referenční okno jako celek  $U=0,85\text{W/m}^2\cdot\text{K}$ .

## 5.3 Součinitel prostupu tepla

### 5.3.1 Výpočet

#### VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT A PRŮMĚRNÉHO SOUČiniteLE PROSTUPU TEPLA BUDOVY

podle EN 12831-1, ČSN 730540 a STN 730540

**Ztráty 2018**

Název budovy: **Bytový dům**  
Zpracovatel: Čermák Radek  
Zakázka:  
Datum: 11.03.2021  
Varianta:

Návrhová venkovní teplota v dané lokalitě $T_{e,o}$ :	-12.0 C
Teplotní korekce na časovou konstantu budovy $\Delta T_{e,Tau}$ :	0.0 C
Návrhová venkovní teplota pro hodnocenou budovu $T_e$ :	-12.0 C
Průměrná venkovní teplota během otopného období $T_{e,m}$ :	4.0 C
Činitel ročního kolísání venkovní teploty $f_{Th,ann}$ :	1.45
Průměrná návrhová vnitřní teplota v budově $T_{i,prum}$ :	20.6 C
Převažující návrhová vnitřní teplota $T_{i,m}$ :	20.6 C
Půdorysná plocha podlahy budovy v kontaktu se zemí $A$ :	525.0 m <sup>2</sup>
Exponovaný obvod podlahy budovy $P$ :	119.0 m
Obestavěný prostor vytápěných částí budovy $V$ :	7087.5 m <sup>3</sup>
Intenzita výměny vzduchu při tlakovém rozdílu 50 Pa $n_{50}$ :	4.0 1/h
Opravný činitel na počet stěn nechráněných proti větru $f_{fac}$ :	8.0
Činitel orientace budovy $f_{dir}$ :	2.0
Činitel objemového průtoku vzduchu $f_{qv}$ :	0.08

#### PŘEHLED ZADANÝCH ÚDAJŮ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží:	1	Název podlaží:	Bytový dům
Číslo místnosti:	1	Název místnosti:	Bytový dům

Podlahová plocha A: 525.0 m<sup>2</sup> Objem vzduchu V: 5670.0 m<sup>3</sup>  
 Exponovaný obvod P: 119.0 m Počet na podlaží: 1  
 Návrh. vnitřní teplota Ti: 20.6 C  
 Prům. teplota vnitřního vzduchu: 25.0 C  
 Výška pobytové zóny: 1.0 m  
 Gradient teploty vzduchu: 1.00 K/m  
 Rozdíl mezi teplotou vzduchu a oper. teplotou: 0.00 C  
 Typ vytápění: nepřerušované  
 Typ větrání: přirozené Min. intenzita větrání: 0.5 1/h  
 Přívod vzduchu: přes velké otvory/vrata Objem. tok qV,open: 0.0 m<sup>3</sup>/h

Název konstrukce	Plocha A [m <sup>2</sup> ]	U W/(m <sup>2</sup> K)	Činitel fix [-]	DeltaU W/(m <sup>2</sup> K)	Ueq W/(m <sup>2</sup> K)	H,T [W/K]
Obvodová stěna nad terén	1354.1	0.137	1.00	0.00	-----	185.51
Schodišťová okna	12.8	0.800	1.00	0.02	-----	10.45
Bytová okna	146.3	0.850	1.00	0.02	-----	127.24
Balkonová okna a dveře	93.4	0.870	1.00	0.02	-----	83.13
Plochá střecha	525.0	0.108	1.00	0.00	-----	56.70
Podlaha v 1NP	525.0	0.330	0.48	0.00	-----	83.16

Vysvětlivky: Plocha je plocha konstrukce v m<sup>2</sup>, U je součinitel prostupu tepla ve W/(m<sup>2</sup>K), Činitel fix je činitel teplotní redukce vyjadřující vliv teplotního rozdílu působícího na konstrukci a výšky místnosti, DeltaU je přírůstek na vliv tepelných vazeb ve W/(m<sup>2</sup>K), Ueq je součinitel prostupu tepla s vlivem zeminy ve W/(m<sup>2</sup>K), H,T je měrný tok prostupem tepla ve W/K, Délka je délka tepelné vazby v m a Psi je lineární činitel prostupu tepla tepelné vazby ve W/(mK).

Zvýšení tepelného výkonu kvůli přerušení vytápění Fi,hu: 0 W  
 Výsledná celková intenzita větrání vztažená na teplotní rozdíl 32.6 C: 0.57 1/h

**Ztráta prostupem Fi,T :** 17806 W, tj. 100.0 % ze součtu ztrát prostupem všech místností  
**Ztráta větráním Fi,V :** 35664 W, tj. 100.0 % ze součtu ztrát větráním všech místností  
**Ztráta celková Fi,HL :** 53470 W, tj. 100.0 % ze součtu celkových ztrát všech místností

#### TEPELNÉ ZTRÁTY PODLAŽÍ č. 1

Ztráta prostupem Fi,T : 17806 W, tj. 100.0 % ze ztráty prostupem budovy  
 Ztráta větráním Fi,V : 35664 W, tj. 100.0 % ze ztráty větráním budovy  
 Ztráta celková Fi,HL : 53470 W, tj. 100.0 % z celkové tepelné ztráty budovy

#### PŘEHLEDNÁ TABULKA VŠECH HODNOCENÝCH MÍSTNOSTÍ

Návrhová venkovní teplota v dané lokalitě Te,o: -12.0 C  
 Návrhová venkovní teplota pro hodnocenou budovu Te: -12.0 C

Označ. místnosti a název	Teplota Ti [C]	Podlah. plocha Af [m <sup>2</sup> ]	Objem vzduchu V [m <sup>3</sup> ]	Celková ztráta FiHL[W]	Podíl FiHL/(Ti-Te) [W/K]
1 Bytový dům	20.6	525.0	5670.0	53470	1640.19
Součet:		525.0	5670.0		

#### CELKOVÉ TEPELNÉ ZTRÁTY BUDOVY

**Celk. tep. ztráta (tep. výkon) Fi,HL:** 53.470 kW 100.0 %

Tepelná ztráta prostupem Fi,T: 17.806 kW 33.3 %  
 Tepelná ztráta větráním Fi,V: 35.664 kW 66.7 %

Tep. ztráta prostupem:	Plocha:		Fi,T/m <sup>2</sup> :	
Obvodová stěna nad teréne	6.048 kW	11.3 %	1354.1 m <sup>2</sup>	4.5 W/m <sup>2</sup>
Schodišťová okna	0.333 kW	0.6 %	12.8 m <sup>2</sup>	26.1 W/m <sup>2</sup>
Bytová okna	4.053 kW	7.6 %	146.3 m <sup>2</sup>	27.7 W/m <sup>2</sup>
Balkonová okna a dveře	2.649 kW	5.0 %	93.4 m <sup>2</sup>	28.4 W/m <sup>2</sup>
Plochá střecha	1.848 kW	3.5 %	525.0 m <sup>2</sup>	3.5 W/m <sup>2</sup>



Podlaha v 1NP	2.711 kW	5.1 %	525.0 m2	5.2 W/m2
Tepelné vazby	0.165 kW	0.3 %	---	---

### PRŮMĚRNÝ SOUČINITEL PROSTUPU TEPLA BUDOVY

Měrný tepelný tok prostupem obálkou budovy H,T:	546.2 W/K
Plocha obálky budovy A:	2656.5 m2
Výchozí hodnota průměrného součinitele prostupu tepla podle čl. 5.3.4 v ČSN 730540-2 (2011) ..... U <sub>em,N,20</sub> :	0.36 W/m <sup>2</sup> K
<b>Průměrný součinitel prostupu tepla budovy U<sub>em</sub></b>	<b>0.21 W/m<sup>2</sup>K</b>

Ztráty 2018, (c) 2018 Svoboda Software

## 5.3.2 Posouzení

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

$$0,21 \text{ W/m}^2\text{K} \leq 0,36 \text{ W/m}^2\text{K}$$

**Vyhovuje**

## 5.4 Průměrný součinitel prostupu tepla obálkou budovy

Budova je dle energetického štítku určeného obálkovou metodou klasifikována do třídy B – úsporná budova. Průměrný součinitel prostupu tepla U<sub>em</sub>= 0,21 W/m<sup>2</sup>K

Průměrný součinitel prostupu tepla U [W.m-2.K-1]		Posouzení
Normový U <sub>em,N,20</sub>	Vypočítaný U <sub>em</sub>	
0,5	0,21	<b>Vyhovuje</b>

Podrobný výpočet viz Příloha č.1 - Energetický štítek budovy

## 5.5 Šíření vlhkosti konstrukcí

### 5.5.1 Výpočet

### SHRNUTÍ VLASTNOSTÍ HODNOCENÝCH KONSTRUKCÍ

**Teplo 2017** tepelná ochrana budov (ČSN 730540, EN ISO 6946, EN ISO 13788)

Název kece DeltaT10 [C]	Typ	R [m2K/W]	U [W/m2K]	Ma,max[kg/m2]	Odpaření
Plochá střecha	střecha	3.395	0.283	0.0230	ano

#### Vysvětlivky:

R	tepelný odpor konstrukce
U	součinitel prostupu tepla konstrukce
Ma,max	maximální množství zkond. vodní páry v konstrukci za rok
DeltaT10	pokles dotykové teploty podlahové konstrukce.

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

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

**Teplota 2017**

Název úlohy : **Plochá střecha**

Zpracovatel : TT 2017

Zakázka :

Datum : 25.05.2021

## ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Střecha jednovrstevná  
Korekce součinitele prostupu dU : 0.050 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	Malba	0,0001	0,7000	900,0	1550,0	100,0	0.0000
2	Stěrková omítk	0,0001	0,5700	1000,0	1300,0	10,0	0.0000
3	SDK deska	0,0125	0,2100	960,0	750,0	10,0	0.0000
4	CD a UA profil	0,1860	0,5880	1010,0	1,2	0,1	0.0000
5	ŽB monolit. de	0,3000	1,5800	1020,0	2400,0	29,0	0.0000
6	Asfaltový pen.	0,0001	0,2100	1470,0	1400,0	280,0	0.0000
7	Asf. pás typu	0,0040	0,2100	1470,0	1114,0	14480,0	0.0000
8	Asfaltové lepi	0,0001	0,2100	1470,0	1400,0	1200,0	0.0000
9	Isover EPS 200	0,1200	0,0340	1270,0	30,0	70,0	0.0000
10	Asf. pás typu	0,0040	0,2100	1470,0	1114,0	14480,0	0.0000
11	Asf. pás typu	0,0040	0,2100	1470,0	1114,0	14480,0	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	Malba	---
2	Stěrková omítk	---
3	SDK deska	---
4	CD a UA profil	---
5	ŽB monolit. deska	---
6	Asfaltový pen. nátěr	---
7	Asf. pás typu S	---
8	Asfaltové lepidlo	---
9	Isover EPS 200S	---
10	Asf. pás typu S	---
11	Asf. pás typu S	---

### 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 : 20.6 C  
 Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %  
 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 : 3.395 m<sup>2</sup>K/W  
 Součinitel prostupu tepla konstrukce U : **0.283 W/m<sup>2</sup>K**

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>k</sub> : 0.30 / 0.33 / 0.38 / 0.48 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> : 1.0E+0012 m/s

Teplotní útlum konstrukce N<sub>y</sub>\* podle EN ISO 13786 : 1588.8

Fázový posun teplotního kmitu Psi\* podle EN ISO 13786 : 12.6 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> : 18.18 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách f<sub>Rsi,p</sub> : **0.932**

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)

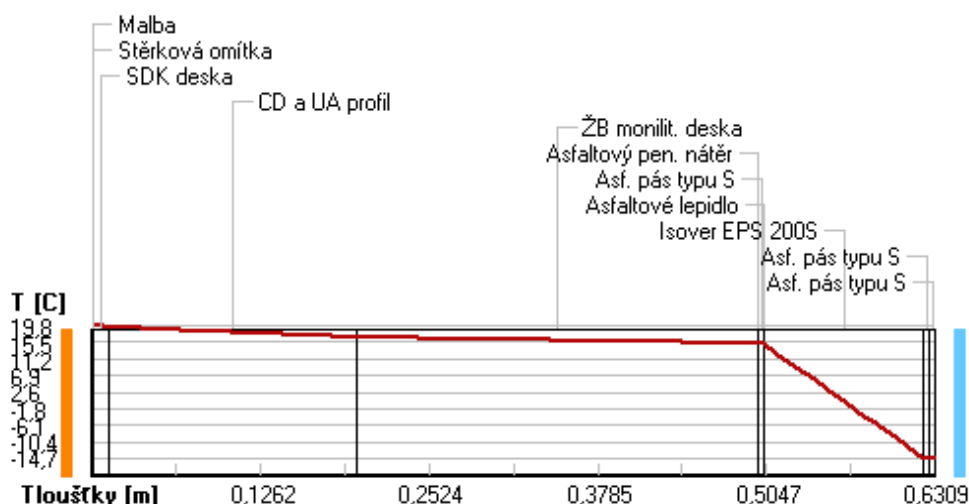
Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10
theta [C]:	19.8	19.8	19.8	19.3	16.7	15.1	15.1	14.9	14.9	-14.4
p [Pa]:	1334	1334	1334	1333	1333	1278	1278	916	915	863
p,sat [Pa]:	2304	2304	2304	2234	1894	1713	1712	1695	1695	175

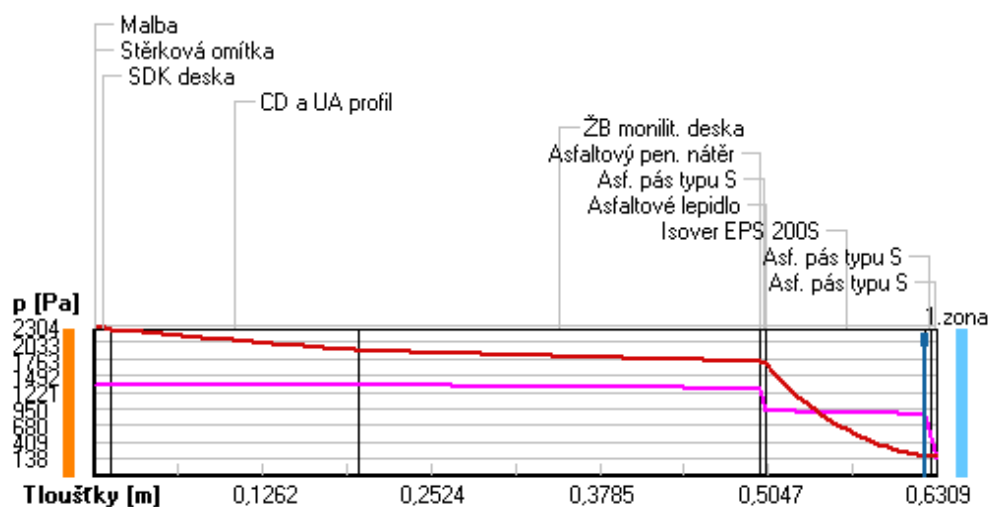
rozhraní:	10-11	e
theta [C]:	-14.5	-14.7
p [Pa]:	501	138
p,sat [Pa]:	172	170

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.

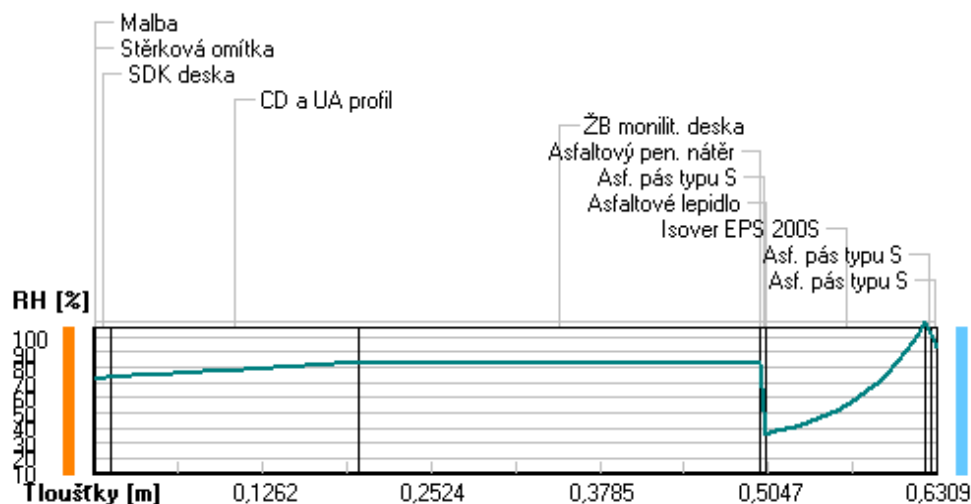
### Teploty v typickém místě konstrukce v ustálených návrhových podmínkách



### 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	Hranice kondenzační zóny	Kondenzující množství
číslo	levá [m] pravá	vodní páry [kg/(m2s)]
1	0.6229	0.6229 3.014E-0009

Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok  $M_{c,a}$ : **0.0230 kg/(m2.rok)**

Množství vypařitelné vodní páry za rok  $M_{ev,a}$ : **0.0299 kg/(m2.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, (c) 2016 Svoboda Software

### 5.5.2 Posouzení

#### Zkondenzovaná vodní pára uvnitř konstrukce

$$M_c = 0,0230 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$$

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

Podmínka:

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

$$0,0230 \leq 0,10 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$$

Vyhovuje

#### Zkondenzovaná vodní pára uvnitř konstrukce

$$M_c = 0,0230 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$$

$$M_{ev} = 0,1585 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$$

Podmínka:

$$M_c \leq M_{ev}$$

$$0,0230 \leq 0,1585 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$$

Vyhovuje

## 6 Přílohy

Příloha č.1 - Energetický štítek budovy

## 7 Závěr

Dokumentace objektu SO 01 Bytový dům řeší podsklepený objekt se čtyřmi nadzemními podlažími.

**Stavební objekt vyhoví požadavkům tepelné techniky.**

V Brně dne 28. 05. 2021

Čermák Radek