



## Rodinný dom bez administratívneho zázemia

### B.8.h Projektové hodnotenie energetickej hospodárnosti budov

v zmysle zákona č. 555/2005 a zákona č. 300/2012  
a vykonávacej vyhlášky č. 364/2012 Z.z.

Investor: Ústredie práce, sociálnych vecí a rodiny  
Špitálska č. 8, 812 67 Bratislava

Stupeň: Realizačný projekt  
Zodp. projekt. : Ing. Mária Ďurčáková

NOVEMBER 2018

**PROJEKTOVÉ HODNOTENIE ENERGETICKEJ HOSPODÁRNOSTI BUDOV** – v zmysle zákona č. 555/2005 a zákona č. 300/2012 o energetickej hospodárnosti budov a vykonávacej vyhlášky č. 364/2012.

## Obsah

<b>Obsah.....</b>	<b>1</b>
<b>1. ZÁKLADNÉ ÚDAJE .....</b>	<b>1</b>
Účel vypracovania tepelnotechnického posudku.....	1
Základné informácie o objekte (podrobnejšie pozri stavebná časť) .....	1
<b>2. TEPELNOTECHNICKÉ POSÚDENIE .....</b>	<b>2</b>
Okrajové podmienky .....	2
Tepelnotechnické požiadavky na stavebné konštrukcie .....	3
<b>3. TEPELNOTECHNICKÉ VÝPOČTY STAVEBNÝCH KONŠTRUKCIÍ .....</b>	<b>7</b>
<b>4. ZÁVEREČNÉ HODNOTENIE.....</b>	<b>9</b>
<b>5. ZATRIEDENIE DO ENERGETICKEJ TRIEDY .....</b>	<b>10</b>
<b>6. PRÍLOHA č.1 – Tepelnotechnický výpočet stavebných konštrukcií.....</b>	<b>12</b>
<b>7. PRÍLOHA č.2 – Výpočet potreby tepla na vykurovanie.....</b>	<b>20</b>
<b>8. PRÍLOHA č.3 – Výpočet pomocou dvojrozmerných polí.....</b>	<b>21</b>
Zvislý rez stropom do podkrovia, obvodovým plášťom a nadpražím – vodorovné kúty .....	21
Zvislý rez podlahou na teréne, základom a obvodovým plášťom – vodorovný kút.....	22

## 1. ZÁKLADNÉ ÚDAJE

### Účel vypracovania tepelnotechnického posudku

Účelom vypracovania projektového hodnotenia je posúdiť navrhnuté obalové konštrukcie a objekt ako celok v zmysle požiadaviek STN 73 0540. Uvedená norma platí pre celý rozsah budov pozemných stavieb – bytových a nebytových, s trvalým pobytom osôb vo vnútornom priestore alebo jeho funkčne vymedzenej časti (> 4 hod/deň pri trvalom užívaní viac ako 1x v týždni).

### Základné informácie o objekte (podrobnejšie pozri stavebná časť)

Rodinný dom bude slúžiť na celoročné bývanie pre 10 detí, na jednej zmene bude jeden zamestnanec skupiny. Jedná sa o zariadenie detského domova. Dispozičné riešenie je „bezbariérové“.

Navrhovaná stavba je samostatne stojaci, prízemný, murovaný objekt, bez podpivničenia, zastrešený šikmou strešnou konštrukciou.

Obvodový plášť bude vymurovaný z pórobetónových presných tvárnic hr. 300 mm, ktorý bude zateplený kontaktným zatepľovacím systémom z tepelnoizolačných dosiek z minerálnej vlny hr. 200 mm. Sokľová časť bude zateplená tepelnoizolačnými doskami z extrudovaného polystyrénu

hr. 150 mm. Časť fasády je zateplená tepelnoizolačnými doskami z minerálnej vlny hr. 140 mm s prevetrávanou fasádou z dreveného obkladu (thermoborovica, alebo tatranský profil).

Strecha je riešená ako sedlová, drevenej konštrukcie, typu hambálok. Súčasťou konštrukcie je aj stropnica, preto strecha a strop vytvárajú jeden konštrukčný celok. Stropnica bude riešená z KVH hranolov, ostatné drevené časti budú zo smrekového sušeného reziva. Stropnice budú kotvené priamo na ŽB veniec prostredníctvom tesárskych uholníkov a uložené budú na pryžovú podložku hr.10mm. Strešná krytina bude betónová. Strop do podkrovia bude zo strany interiéru tvoriť sadrokartón, parozábrana, rohože z minerálnej vlny hr. 2 x 150 mm, laťovanie hr. 30 mm s neprevetrávanou vzduchovou medzerou hr. 30 mm a rohože z minerálnej vlny vkladané medzi stropnice hr. 2 x 120 mm.

Podlaha na teréne je navrhovaná v skladbe: tepelnoizolačné dosky z penového polystyrénu s grafitom hr. 100 + 90 mm, anhydridový poter hr. cca 45 mm a nášľapná vrstva podľa využitia miestnosti – keramická dlažba, alebo laminátová podlaha.

Navrhované sú otvorové konštrukcie z PVC profilov  $U_f = 0,95 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$  s izolačným trojsklom  $U_g = 0,50 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$  a dvere s tepelnoizolačnou výplňou  $U_d = 0,76 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$ .

Navrhuje sa osadenie centrálnej rekuperačnej jednotky s rozvodmi vzduchu do bytových miestností.

## 2. TEPELNOTECHNICKÉ POSÚDENIE

V zmysle základnej teplotnickej normy STN 73 0540 je potrebné prihliadať na splnenie tepelnotechnických požiadaviek, aby nedochádzalo k nedostatkom a poruchám pri užívaní budov.

### Okrajové podmienky

Miesto realizácie stavby sa v projekte nešpecifikuje, preto okrajové podmienky boli uvažované pre najnáročnejšiu teplotnú oblasť v rámci Slovenska nasledovne:

#### Vlastnosti vonkajšieho prostredia

Teplotná oblasť	5
vonkajšia výpočtová teplota	$\theta_{ae} = -18 \text{ }^{\circ}\text{C}$
veterná oblasť	3
súčiniteľ prestupu tepla – vonkajší povrch	$h_e = 23 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$ resp. $R_{se}=0,04\text{m}^2.\text{K}/\text{W}$

#### Vlastnosti vnútorného prostredia

teplota vzduchu	$\theta_{ai} = 20^{\circ}\text{C}$ (pre trvalý pobyt ľudí),
relatívna vlhkosť	$\varphi_i = 50 \text{ } \%$ ,
teplota pod podlahou na rastlom teréne	$\theta_{pdl} = 5 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ,
kritická povrchová teplota na vznik plesní – obvodové steny	$\theta_{si,N} = 12,62 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ,
pre neprerušované vykurovanie	$\theta_{si,N} = 13,12 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ,
pre prerušované vykurovanie s poklesom vnútor. vzduchu do 10 K	$\theta_{si,N} = 13,62 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ,

kritická povrchová teplota rosného bodu – výplňové konštrukcie  $\theta_{dp} = 9,26 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ,

súčiniteľ prestupu tepla – vnútorný povrch  $h_i = 10 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$ , smer tepelného toku nahor, resp.  $R_{si}=0,10\text{m}^2.\text{K}/\text{W}$

súčiniteľ prestupu tepla – vnútorný povrch  $h_i = 8 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$ , smer tepelného toku vodorovne, resp.  $R_{si}=0,13\text{m}^2.\text{K}/\text{W}$

súčiniteľ prestupu tepla – vnútorný povrch  $h_i = 6 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$ , smer tepelného toku nadol, resp.  $R_{si}=0,17\text{m}^2.\text{K}/\text{W}$

## Tepelnotechnické požiadavky na stavebné konštrukcie

Pri návrhu a posúdení stavebných konštrukcií a priestorov budovy, vymedzených určeným stavom vnútorného prostredia je požadované preukázanie týchto kritérií:

- kritérium minimálnych tepelnoizolačných vlastností stavebnej konštrukcie (maximálnej hodnoty súčiniteľa prechodu tepla konštrukcie)
- kritérium výmeny vzduchu (minimálnej priemernej výmeny vzduchu v miestnosti)
- hygienické kritérium (minimálnej teploty vnútorného povrchu)
- kritérium maximálnej mernej potreby tepla na vykurovanie (v závislosti od faktora tvaru budovy)
- kritérium min. energetickej hospodárnosti (v závislosti od kategórie budovy)
- ročná bilancia skondenzovanej a vyparenej vlhkosti

**Súčiniteľ prechodu tepla konštrukcie „ $U_{max}$ “, resp. „ $U_N$ “.**

S ohľadom na splnenie požiadaviek tepelnej pohody v zimnom období a z hľadiska energetických požiadaviek bytových a nebytových budov v priestoroch s relatívnou vlhkosťou  $\varphi_i \leq 80 \%$  sa požaduje (tab. 1 – nepriesvitné konštrukcie, tab. 2 – otvorené konštrukcie):

$$U \leq U_N \quad [ \text{W}/(\text{m}^2.\text{K}) ]$$

Tabuľka 1: Požiadavky na hodnoty „ $U$ “

Druh stavebnej konštrukcie	Súčiniteľ prechodu tepla konštrukcie $\text{W}/(\text{m}^2.\text{K})$					
	Normalizovaná hodnota $U_N$			Odporúčaná (požadovaná) hodnota $U_{r1}$		
Vonkajšia stena a šikmá strecha nad obytným priestorom so sklonom $> 45^{\circ}$	0,32			0,22		
Plochá a šikmá strecha $\leq 45^{\circ}$	0,20			0,15		
Strop nad vonkajším prostredím <sup>a)</sup>	0,20			0,15		
Strop pod nevykurovaným priestorom <sup>b)</sup>	0,25			0,20		
Stena s vodorovným tepelným tokom <sup>c)/</sup> strop s tepelným tokom zdola nahor <sup>b)/</sup> strop s tepelným tokom zhora nadol <sup>a)</sup> , medzi vnútornými priestormi s rozdielnou teplotou	Smer tepelného toku			Smer tepelného toku		
	vodo- rovne	zdola nahor	zhora nadol	vodo- rovne	zdola nahor	zhora nadol

vnútorného vzduchu v oddelených priestoroch:	1,50	1,70	1,35	1,00	1,20	0,85
- do 10 K	1,05	1,10	0,95	0,70	0,75	0,60
- do 15 K	0,80	0,85	0,75	0,55	0,60	0,50
- do 20 K	0,65	0,70	0,60	0,45	0,50	0,40
- do 25 K	0,45	0,50	0,40	0,35	0,40	0,30
- nad 25 K						

**POZNÁMKY:**

Odpor pri prestupe tepla na vonkajšom povrchu konštrukcie je  $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$

a) Odpor pri prestupe tepla na vnútornom povrchu konštrukcie je  $R_{si} = 0,17 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$  (tepelný tok zhora nadol)

b) Odpor pri prestupe tepla na vnútornom povrchu konštrukcie je  $R_{si} = 0,10 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$  (tepelný tok zdola nahor)

c) Odpor pri prestupe tepla na vnútornom povrchu konštrukcie je  $R_{si} = 0,13 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$  (tepelný tok zhora vodorovne)

Tabuľka 2: Požiadavky „Uw“ vonkajších otvorových konštrukcií

Konštrukcia/komponent	Súčiniteľ prechodu tepla $[\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})]$	
	Normalizovaná hodnota $U_{w,N}$	Odporúčaná (požadovaná) hodnota $U_{w,r1}$
Okná, dvere, presklené časti zasklených stien <sup>2)</sup> v obvodovej stene	1,4 <sup>4)</sup>	1,0 <sup>4)</sup>
Okná v šikmej strešnej konštrukcii	1,5 <sup>3)</sup>	1,4 <sup>3)</sup>
Dvere do ostatných priestorov		
- bez zádveria	3,0	2,5
- so zádverím	4,0	3,0

<sup>2)</sup> Požiadavky neplatia pre celopresklené obvodové plášte.

<sup>3)</sup> Strešné okno sa nadväzne na STN EN ISO 673 hodnotí s prihliadnutím na sklon strešného okna pri zabudovaní:

- sklon od 20° do ≤ 40° zhoršuje dvojsklo o + 0,4  $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$  a trojsklo o + 0,2  $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ,
- sklon od 40° do ≤ 60° zhoršuje dvojsklo o + 0,3  $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$  a trojsklo o + 0,2  $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ,
- sklon od 60° do ≤ 70° zhoršuje dvojsklo o + 0,2  $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$  a trojsklo o + 0,1  $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ,
- pri sklone nad 70° sa už hodnota zasklenia  $U_g$  nezhoršuje.

<sup>4)</sup> Požiadavky platia pre vonkajšie okná s plochou aspoň 1,8 m<sup>2</sup>; okná menšej plochy, ktoré nespĺňajú požadované hodnoty, musia byť zhotovené z rovnakých komponentov ako okná spĺňajúce požiadavky.

**Intenzita výmeny vzduchu „n“** vyhovuje, ak sa škárovou prievzdušnosťou stykov a škár výplní otvorov (prirodzenou infiltráciou) splní podmienka vyjadrená množstvom vzduchu, ktoré je z daného objemu miestnosti vymenené za hodinu, pričom musí byť splnená požiadavka

$$n \geq n_N \quad [1/h]$$

$n_N$  – požadovaná priemerná intenzita výmeny vzduchu, v 1/h, avšak prioritnou požiadavkou je hygienická požiadavka, preto nasledovné minimálne hodnoty musia byť vždy dodržané pre budovy s trvalým pobytom osôb minimálna hodnota  $n_N = 0,5 \text{ 1/h}$  pre ostatné budovy minimálna hodnota  $n_N = 0,3 \text{ 1/h}$ , resp. podľa hygienických predpisov

**Súčiniteľ škárovej prievzdušnosti „i<sub>LV</sub>“** vyjadruje množstvo vzduchu v m<sup>3</sup>, ktoré prejde škárou dĺžky 1 m za 1 sekundu pri tlakovom rozdieli v Pa.

Výplne otvorov oddeľujúce schodiská a zádveria od vonkajšieho prostredia a výplne otvorov oddeľujúce priestory od spoločných nevykurovaných priestorov (chodby, schodiská,...) musia zhotoviť vzduchotesné podľa dosiahnuteľného stavu techniky

### Najnižšia povrchová teplota konštrukcie

Steny, stropy a podlahy s relatívnou vlhkosťou vzduchu  $\varphi_i \leq 80 \%$  musia mať na každom mieste vnútorného povrchu teplotu „ $\theta_{si}$ “ vyjadrenú v °C, ktorá je bezpečne nad teplotou rosného bodu a vylučuje riziko vzniku plesní.

$$\theta_{si} \geq \theta_{si,N} = \theta_{si,80} + \Delta\theta_{sia} \quad [^\circ\text{C}]$$

pre zabezpečenie tepelnej pohody vnútorného prostredia je najväčší dovolený rozdiel medzi teplotou vnútorného vzduchu a povrchovou teplotou (ľahká a veľmi ľahká práca)

$$\Delta\theta_{si} = \theta_{ai} - \theta_{si} \leq 6 \text{ K} \quad \text{pre zvislé konštrukcie}$$

$$\Delta\theta_{si} = \theta_{ai} - \theta_{s,podl} \leq 3 \text{ K} \quad \text{pre podlahy}$$

### Energetické požiadavky na budovy

Hodnotenie budov z hľadiska mernej potreby tepla na vykurovanie vychádza:

- z obostavaného objemu budovy určeného z vonkajších rozmerov budovy
- z mernej tepelnej straty  $H = H_T + H_V$  vo W/K jednotlivých vykurovaných podlaží
- z tepelných ziskov od slnečného žiarenia „ $Q_s$ “ a vnútorných tepelných ziskov „ $Q_i$ “
- z normatívnych dennostupňov  $D = 3422 \text{ K.deň}$  pre referenčné vykurovacie obdobie s počtom dní  $d = 210$  a porovnávacieho rozdielu teplôt

$$\theta_{ai} - \theta_{ae} = 35 \text{ K}$$

Budovy s pobytom osôb splňujú energetické kritérium pri neprerušovanom vykurovaní v závislosti od faktora tvaru budovy, ak ich merná potreba tepla (tab. 9) vyhovuje:

$$Q_{H,nd} \leq Q_{H,nd,N}$$

Tabuľka 3: Normalizovaná hodnota mernej potreby tepla  $Q_{H,nd,N}$

Faktor tvaru budovy	Potreba tepla na vykurovanie kWh/(m <sup>2</sup> .a)	
	Normalizovaná hodnota $Q_{H,nd,N}$	Odporúčaná (požadovaná) hodnota $Q_{H,nd,r1}$
$\leq 0,3$	50,0	25,0
0,4	57,1	28,55
0,5	64,3	32,15
0,6	71,4	35,70
0,7	78,6	39,30
0,8	85,7	42,85
0,9	92,9	46,45
$\geq 1,0$	100,0	50,00

Budovy splňujú kritérium energetickej hospodárnosti, ak majú v závislosti od kategórie budovy potrebu tepla na vykurovanie (tab. 14):

$$Q_{EP} \leq Q_{N,EP}$$

Tabuľka 4: Preukázanie predpokladu dosiahnutia energetickej hospodárnosti budovy

Kategórie budov	Hodnoty potreby tepla na vykurovanie kWh/(m <sup>2</sup> .a)	
	Normalizovaná hodnota $Q_{N,EP}$	Odporúčaná hodnota $Q_{r1,EP}$
Rodinné domy	81,4	40,7
Bytové domy	50,0	25,0
Administratívne budovy	53,5	26,8
Budovy škôl a školských zariadení	53,2	27,6
Budovy nemocníc	66,3	33,2
Budovy hotelov a reštaurácií	67,4	33,7
Športové haly a pod.	63,0	31,5
Budovy pre služby	61,7	30,9

#### Ročná bilancia skondenzovanej a vyparenej vlhkosti

Bez kondenzácie vodnej pary v konštrukcii musia sa navrhnuť strechy, stropy a steny, v ktorých by skondenzovaná vodná para mohla ohroziť ich požadovanú funkciu.

S obmedzenou kondenzáciou vodnej pary v konštrukcii, ktorá sa určí bez uvažovania vplyvu slnečného žiarenia, možno navrhnuť strechy, stropy a steny, v ktorých sa splnili všetky tieto podmienky:

- skondenzovaná vodná para neohrozi požadovanú funkciu konštrukcie
- prípustné celoročné množstvo skondenzovanej vodnej pary je:
  - pre jednoplášťové strechy:  $M_c \leq 0,1 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$
  - pre ostatné konštrukcie:  $M_c \leq 0,5 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$

V stavebnej konštrukcii s pripustenou obmedzenou kondenzáciou nesmie ročnou bilanciou skondenzovanej a vyparenej vodnej pary preukázať žiadne zostávajúce množstvo skondenzovanej vodnej pary, čiže ročná bilancia musí byť priaznivá:

$$M_c < M_{ev}$$

### 3. TEPELNOTECHNICKÉ VÝPOČTY STAVEBNÝCH KONŠTRUKCIÍ

Hodnoty fyzikálnych veličín stavebných materiálov vyskytujúcich sa v skladbách jednotlivých konštrukcií boli brané podľa STN 73 0540, prípadne z katalógov, pri podlahách boli súčinitele prechodu tepla brané v zmysle STN EN ISO 13 370.

#### Kritérium minimálnych tepelnoizolačných vlastností stavebných konštrukcií

- Jednotlivé výpočty sú uvedené v prílohe č.1 a sú pre tieto konštrukcie:
  - obvodový plášť 1 (pórobetónové tvárnice hr. 300 mm + zateplenie minerálnou vlnou hr. 200 mm)
  - obvodový plášť 2 (pórobetónové tvárnice hr. 300 mm + zateplenie minerálnou vlnou hr. 140 mm)
  - strop do podkrovia (minerálna vlna hr. 2 x 150 mm pod stropnicami + minerálna vlna hr. 2 x 120 mm medzi stropnicami)
  - podlaha na teréne (penový polystyrén s grafitom hr. 100 + 90 mm + anhydrid)
  - výplne otvorov plastové s izolačným trojsklom
  - vstupné dvere s tepelnoizolačnou výplňou

Tabuľka 5: Prehľad súčiniteľov prechodu tepla „U“ stavebných konštrukcií

Stavebná konštrukcia	Súčiniteľ prechodu tepla U W/(m <sup>2</sup> .K)		
	Navrhovaný stav	Odporúčané hodnoty	Hodnotenie
obvodový plášť (pórobetónové tvárnice hr. 300 mm + zateplenie minerálnou vlnou hr. 200 mm)	0,128	0,220	vyhovuje
obvodový plášť 2 (pórobetónové tvárnice hr. 300 mm + zateplenie minerálnou vlnou hr. 140 mm)	0,157	0,220	vyhovuje
strop do podkrovia (minerálna vlna hr. 2 x 150 mm pod stropnicami + minerálna vlna hr. 2 x 120 mm medzi stropnicami)	0,081	0,200	vyhovuje
výplne otvorov plastové s izolačným trojsklom	0,784	1,000	vyhovuje
vstupné dvere s tepelnoizolačnou výplňou	0,760	1,000	vyhovuje

Z vyššie uvedených vypočítaných hodnôt vyplýva, že navrhované konštrukcie **vyhovujú** požiadavkám normy – na odporúčané hodnoty.



Tabuľka 6: Tepelný odpor „R“ stavebnej konštrukcie

Stavebná konštrukcia	Tepelný odpor konštrukcie R W/(m <sup>2</sup> .K)		
	Navrhovaný stav	Odporúčané hodnoty	Hodnotenie
podlaha na teréne (penový polystyrén s grafítom hr. 100 + 90 mm + anhydrid)	5,329	2,500	vyhovuje

Z vyššie uvedených vypočítaných hodnôt vyplýva, že konštrukcia **vyhovuje** požiadavke normy – na odporúčanú hodnotu.

#### Kritérium výmeny vzduchu

- Požiadavka výmeny vzduchu je na 0,5-násobok. Výpočtom stanovená hodnota  $n = 0,236$  l/h je nižšia, ako požiadavka normy, z hľadiska šetrenia energiou je výhodné vetranie cez rekuperačnú jednotku.

dĺžka škár:	70,573 m
vykurovaný objem:	753,113 m <sup>3</sup>
vypočítaná intenzita výmeny vzduchu:	0,236 l/h
požiadavka normy:	0,500 l/h
hodnotenie:	$0,236 < 0,500 \Rightarrow$ nesplnené
výpočtová hodnota:	0,200 l/h

Vetranie bude zabezpečené centrálnou rekuperačnou jednotkou s rozvodmi vzduchu do miestností s dlhším pobytom osôb.

#### Hygienické kritérium

Minimálna požadovaná povrchová teplota pre zamedzenie rizika vzniku plesní pri normalizovaných podmienkach v súlade s požiadavkami STN 73 0540 je 12,62 °C. Bezpečnostná prirážka zohľadňujúca spôsob vykurovania a spôsob využívania miestnosti pre neprerušované, resp. tlmené prerušované s poklesom teploty vnútorného vzduchu do 5-10K je 0,5 čo spolu činí 13,12 °C (pre 18-20°, 50%).

Bezpečnostná prirážka zohľadňujúca spôsob vykurovania a spôsob využívania miestnosti pre prerušované, resp. tlmené s poklesom teploty vnútorného vzduchu nad 10K je 1,5 čo spolu činí 14,12 °C (pre 18-20°, 50%).

Rámy, nepriesvitné a priesvitné výplne otvorov v priestoroch s relatívnou vlhkosťou vzduchu 50%, musia mať na každom mieste povrchovú teplotu nad teplotu rosného bodu v súlade s požiadavkami STN 73 0540 t.j. 9,26 °C.

- Vypočítané hodnoty metódou dvojrozmerného teplotného poľa (uvedené v prílohe č.3):
  - zvislý rez stropom do podkrovia, obvodovým plášťom a nadpražím – vodorovné kúty:
 

teplota v kúte	16,30 °C > 13,12 °C $\Rightarrow$ <b>vyhovuje</b>
teplota pri ráme okna	14,50 °C > 9,26 °C $\Rightarrow$ <b>vyhovuje</b>

- zvislý rez podlahou na teréne, základom a obvodovým plášťom – vodorovný kút:  
teplota v kúte  $17,59\text{ }^{\circ}\text{C} > 13,12\text{ }^{\circ}\text{C} \Rightarrow$  **vyhovuje**

Vypočítané povrchové teploty sú vyššie ako uvedené požiadavky normy.

#### Energetické kritérium

- Výpočet mernej potreby tepla na vykurovanie je uvedený v prílohe č. 2 - budova **vyhovuje** požiadavke STN 73 0540 na odporúčané hodnoty.

## 4. ZÁVEREČNÉ HODNOTENIE

Tabuľka 7: Porovnanie normalizovanej a vypočítanej hodnoty mernej potreby tepla  $Q_{H,nd,N}$

Objekt	NORMOVÉ		PROJEKTOVANÉ
	Normalizovaná hodnota $Q_{H,nd,N}$ kWh/(m <sup>2</sup> .rok)	Odporúčaná (požadovaná) hodnota $Q_{H,nd,r1}$ kWh/(m <sup>2</sup> .rok)	Merná potreba tepla kWh/(m <sup>2</sup> .rok)
Rodinný dom bez AB (faktor tvaru 0,826)	87,54	43,77	32,53

Objekt **vyhovuje** požiadavke STN 73 0540 z hľadiska potreby tepla na vykurovanie na odporúčané hodnoty.

Tabuľka 8: Priemerný súčiniteľ prechodu tepla obalových konštrukcií celej budovy

OBJEKT	Priemerný súčiniteľ prechodu tepla obalových konštrukcií celej budovy $U_{e,m}$		PROJEKTOVANÉ
	Normalizovaná hodnota [W/(m <sup>2</sup> .rok)]	Odporúčaná hodnota [W/(m <sup>2</sup> .rok)]	Priemerný súčiniteľ prechodu tepla [W/(m <sup>2</sup> .rok)]
Rodinný dom bez AB (faktor tvaru 0,826)	0,417	0,287	0,160

Objekt **vyhovuje** požiadavke STN 73 0540 z hľadiska hodnotenia priemerného súčiniteľa prechodu tepla obalových konštrukcií celej budovy na odporúčané hodnoty.

Tabuľka 9: Ročná bilancia skondenzovanej a vyparenej vlhkosti

Stavebná konštrukcia	Množstvo vodnej pary		
	Množstvo skondenzovanej vodnej pary Gk (kg/(m <sup>2</sup> .rok)) (Mc kg/(m <sup>2</sup> .a))	Prípustné celoročné množstvo skondenzovanej vodnej pary Gk (kg/(m <sup>2</sup> .rok)) (Mc kg/(m <sup>2</sup> .a))	Množstvo vyparenej vodnej pary Gv (kg/(m <sup>2</sup> .rok)) (Mev kg/(m <sup>2</sup> .a))
obvodový plášť (pórobetónové tvárnice hr. 300 mm + zateplenie minerálnou vlnou hr. 200 mm)	0,0123	0,5000	17,5599
obvodový plášť 2 (pórobetónové tvárnice hr. 300 mm + zateplenie minerálnou vlnou hr. 140 mm)	0,0128	0,5000	17,6163
strop do podkrovia (minerálna vlna hr. 2 x 150 mm pod stropnicami + minerálna vlna hr. 2 x 120 mm medzi stropnicami)	nedochádza ku kondenzácii	0,5000	0,0001

Z vyššie uvedeného vyplýva, že ročná bilancia skondenzovanej a vyparenej vodnej pary hodnotených konštrukcií je priaznivá.

## 5. ZATRIEDENIE DO ENERGETICKEJ TRIEDY

Pre zatriedenie do energetickej triedy v zmysle vyhlášky č.364/2012, ktorou sa vykonáva zákon č.555/2005 Z.z. o energetickej hospodárnosti budov, sme vychádzali z nasledovných predpokladov:

**Vykurovanie:** bude zabezpečené elektrickým tepelným čerpadlom vzduch – voda s akumulárnym zásobníkom o objeme 200 ltr umiestneným v technickej miestnosti. Vykurovací systém bude teplovodný s núteným obehom vykurovacej vody a ekvitermickou reguláciou. Navrhuje sa podlahové vykurovanie s reguláciou teploty priestorovým termostatom. Dohrev bude zabezpečený elektrickou špirálou integrovanou v tepelnom čerpadle.

Nútené vetranie bude zabezpečené centrálnou rekuperačnou jednotkou s rozvodmi vzduchu do miestností s dlhším pobytom osôb.

Pre podporu vykurovania a prípravy teplej vody bude na streche osadená fotovoltaiická elektráreň s 24 ks fotovoltaiických panelov po 330 Wp o inštalovanom výkone 7,92 kWp. Uvažuje sa s využitím batérií s kapacitou 12 kWh.

**Príprava teplej vody:** bude pripravovaná v tepelnom čerpadle spolu s vodou na vykurovanie a kumulovaná v zásobníku o objeme 300 ltr umiestnenom v technickej miestnosti. Rozvody teplej vody budú izolované polyetylénovou penou.

**Chladenie/vetrание** – nehodnotí sa.

**Osvetlenie** – nehodnotí sa.

Na základe vyššie uvedených predpokladov je zatriedenie budovy nasledovné:

*Tabuľka 10: Zatriedenie budovy do energetickej triedy*

	Veličina	Navrhovaný stav	
		Potreba tepla / energie - aktuálny stav v kWh/(m <sup>2</sup> .a)	Energetická trieda
7	Potreba tepla na vykurovanie	32,53	-
	<b>Potreba energie:</b>		
8	na vykurovanie	38,07	A
9	na prípravu teplej vody	15,93	B
10	na chladenie/vetrание	nehodnotí sa	-
11	na osvetlenie	nehodnotí sa	-
12	<b>Celková potreba energie kWh/(m<sup>2</sup>.a):</b>	<b>54,00</b>	<b>A</b>
13	<b>Primárna energia kWh/(m<sup>2</sup>.a):</b>	<b>32,07</b>	<b>A0</b>
	Emisie CO <sub>2</sub> v kg/(m <sup>2</sup> .a)	2,43	-

**Poznámka:** Výsledné hodnoty pre jednotlivé miesta potreby energie uvedené na energetickom certifikáte vyhotovenom ku kolaudácii budovy, budú závisieť od reálne inštalovaného systému prípravy teplej vody, vykurovacieho systému so zdrojom tepla, rekuperácii tepla a zabudovaných stavebných konštrukciách.

Spracovala: Ing. Mária Ďurčáková  
autorizovaný stavebný inžinier

## 6. PRÍLOHA č.1 – Tepelnotechnický výpočet stavebných konštrukcií

### KOMPLEXNÉ POSÚDENIE SKLADBY KONŠTRUKCIE Z HLADISKA ŠÍRENIA TEPLA A VODNEJ PARY

podľa STN EN ISO 13788, STN EN ISO 6946, STN 730540 a ČSN 730540  
Teplo 2015

Názov úlohy : **Obvodový plášť 1**

#### ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMIENKY :

Typ hodnotenej konštrukcie : Stena vonkajšia jedноплаштовá  
Korekcia súč. prechodu tepla dU : 0.000 W/m<sup>2</sup>K

#### Skladba konštrukcie (od interiéru) :

Číslo	Názov	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m <sup>3</sup> ]	Mi [-]	Ma [kg/m <sup>2</sup> ]
1	Sadrová omietka	0,0100	0,7000	1000,0	1200,0	10,0	0.0000
2	Ytong	0,3000	0,1050	1000,0	500,0	7,0	0.0000
3	Lepidlo	0,0050	0,5700	1200,0	1550,0	20,0	0.0000
4	Min.vlna	0,2000	0,0420	880,0	50,0	1,2	0.0000
5	Omietka	0,0050	0,8400	790,0	2000,0	19,0	0.0000

Poznámka: D je hrúbka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelnej vodivosti vrstvy, C je merná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnosť vrstvy, Mi je faktor difúzneho odporu vrstvy a Ma je počiatková zabudovaná vlhkosť vo vrstve.

#### Okrajové podmienky výpočtu :

Odpor pri prestupe tepla na vnútornej strane Rsi : 0.13 m<sup>2</sup>K/W  
dtto pre výpočet vnútornej povrchovej teploty Rsi : 0.25 m<sup>2</sup>K/W  
Odpor pri prestupe tepla na vonkajšej strane Rse : 0.04 m<sup>2</sup>K/W  
dtto pre výpočet vnútornej povrchovej teploty Rse : 0.04 m<sup>2</sup>K/W

Návrhová vonkajšia teplota Te : -18.0 C  
Návrhová teplota vnútorného vzduchu Tai : 20.0 C  
Návrhová relatívna vlhkosť vonkajšieho vzduchu RHe : 84.0 %  
Návrhová relatívna vlhkosť vnútorného vzduchu RHl : 50.0 %

Mesiac	Dĺžka[dni]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31	20.0	52.2	1219.9	-2.3	81.1	409.0
2	28	20.0	54.6	1276.0	-0.7	80.7	465.0
3	31	20.0	55.9	1306.4	3.0	79.5	602.1
4	30	20.0	57.7	1348.4	7.6	77.5	808.6
5	31	20.0	62.0	1448.9	12.5	74.7	1082.2
6	30	20.0	65.9	1540.1	15.7	72.2	1287.1
7	31	20.0	67.9	1586.8	17.2	70.7	1386.7
8	31	20.0	67.2	1570.4	16.7	71.2	1352.9
9	30	20.0	62.6	1462.9	13.1	74.2	1118.0
10	31	20.0	58.1	1357.8	8.2	77.2	839.1
11	30	20.0	55.9	1306.4	3.0	79.5	602.1
12	31	20.0	54.7	1278.3	-0.6	80.7	468.9

Poznámka: Tai, RHl a Pi sú priem. mesačné parametre vnútorného vzduchu (teplota, relatívna vlhkosť a čiastočný tlak vodnej pary) a Te, RHe a Pe sú priem. mesačné parametre v prostredí na vonkajšej strane konštrukcie (teplota, relatívna vlhkosť a čiastočný tlak vodnej pary).

Pre vnútorné prostredie sa uplatnila prirážka priemernej relatívnej vlhkosti : 0.0 %

Počiatkový mesiac pre výpočet bilancie sa stanovuje výpočtom podľa STN EN ISO 13788.

Počet hodnotených rokov : 1

## VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOTENEJ KONŠTRUKCIE :

### Teplný odpor a súčiniteľ prechodu tepla podľa STN EN ISO 6946:

Teplný odpor konštrukcie R : 7.648 m<sup>2</sup>K/W  
 Súčiniteľ prechodu tepla konštrukcie U : 0.128 W/m<sup>2</sup>K

Súčiniteľ prechodu zabudovanej kce U<sub>k</sub> : 0.15 / 0.18 / 0.23 / 0.33 W/m<sup>2</sup>K  
 Uvedené orientačné hodnoty platia pre rôznu kvalitu riešení tep. mostov vyjadrenú prirážkou podľa poznámok k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

### Difúzny odpor a tepelne akumulčné vlastnosti:

Difúzny odpor konštrukcie Z<sub>pT</sub> : 1.4E+0010 m/s  
 Teplotný útlm konštrukcie Ny\* podľa STN EN ISO 13786: 1790.7  
 Fázový posun teplotného kmitu Psi\* podľa STN EN ISO 13786: 18.7 h

### Teplota vnútorného povrchu a teplotný faktor podľa STN 730540 a STN EN ISO 13788:

Vnútorná povrchová teplota pri výpočtových podmienkach T<sub>si,p</sub> : 18.80 C  
 Teplotný faktor v návrhových podmienkach f<sub>Rsi,p</sub> : 0.969

Číslo mesiaca	Minimálne požadované hodnoty pri max. rel. vlhkosti na vnútorom povrchu:				Vypočítané hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----		T <sub>si</sub> [C]	f <sub>Rsi</sub>	RH <sub>si</sub> [%]
	T <sub>si</sub> ,m[C]	f <sub>Rsi</sub> ,m	T <sub>si</sub> ,m[C]	f <sub>Rsi</sub> ,m			
1	13.3	0.699	9.9	0.548	19.3	0.969	54.5
2	14.0	0.709	10.6	0.545	19.3	0.969	56.9
3	14.3	0.667	10.9	0.467	19.5	0.969	57.8
4	14.8	0.583	11.4	0.307	19.6	0.969	59.1
5	15.9	0.460	12.5	0.000	19.8	0.969	62.9
6	16.9	0.280	13.4	-----	19.9	0.969	66.5
7	17.4	0.063	13.9	-----	19.9	0.969	68.3
8	17.2	0.156	13.7	-----	19.9	0.969	67.6
9	16.1	0.434	12.6	-----	19.8	0.969	63.4
10	14.9	0.571	11.5	0.281	19.6	0.969	59.5
11	14.3	0.667	10.9	0.467	19.5	0.969	57.8
12	14.0	0.709	10.6	0.544	19.4	0.969	56.9

Poznámka: RH<sub>si</sub> je relatívna vlhkosť na vnútorom povrchu, T<sub>si</sub> je teplota vnútorného povrchu a f<sub>Rsi</sub> je teplotný faktor.

### Difúzia vodnej pary pri výp. podmienkach a bilancia vodnej pary podľa STN 730540-2:

(bez vplyvu zabudovanej vlhkosti a slnečného žiarenia)

Priebeh teplôt a čiastočných tlakov vodnej pary pri výpočtových okrajových podmienkach:

rozhranie:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	e
theta [C]:	19.4	19.3	5.4	5.4	-17.8	-17.8
p [Pa]:	1168	1128	280	240	143	104
p <sub>sat</sub> [Pa]:	2247	2237	897	895	127	127

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstiev, p je predpokladaný čiastočný tlak vodnej pary na rozhraní vrstiev a p<sub>sat</sub> je čiastočný tlak nasýtenej vodnej pary na rozhraní vrstiev.

Pri vonkajšej výpočtovej teplote dochádza v konštrukcii ku kondenzácii vodnej pary.

Kond.zóna číslo	Hranice kondenzačnej zóny ľavá [m]	pravá [m]	Množstvo kondenzujúcej vodnej pary [kg/(m <sup>2</sup> s)]
1	0.5150	0.5150	3.451E-0008

Ročná bilancia skondenzovanej a vypariteľnej vodnej pary:

Množstvo skondenzovanej vodnej pary za rok M<sub>c,a</sub>: 0.0123 kg/(m<sup>2</sup>.rok)  
 Množstvo vypariteľnej vodnej pary za rok M<sub>ev,a</sub>: 17.5599 kg/(m<sup>2</sup>.rok)

Ku kondenzácii dochádza pri vonkajšej teplote nižšej ako -10.0 C.

### Bilancia skondenzovanej a vyparenej vodnej pary podľa STN EN ISO 13788:

Ročný cyklus č. 1

V konštrukcii nedochádza počas modelového roka ku kondenzácii vodnej pary.

Poznámka: Hodnotenie difúzie vodnej pary bolo vyhotovené pre predpoklad 1D šírenia vodnej pary prevažujúcou skladbou konštrukcie. Pre konštrukcie s výraznými systematickými tepelnými mostami je výsledok výpočtu len orientačný. Presnejšie výsledky sa dajú získať pomocou 2D analýzy.

STOP, Teplo 2015

# KOMPLEXNÉ POSÚDENIE SKLADBY KONŠTRUKCIE Z HĽADISKA ŠÍRENIA TEPLA A VODNEJ PARY

podľa STN EN ISO 13788, STN EN ISO 6946, STN 730540 a ČSN 730540  
**Teplo 2015**

Názov úlohy : **Obvodový plášť 2**

Zakázka :

## ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMIENKY :

Typ hodnotenej konštrukcie : Stena vonkajšia jednoplášťová  
Korekcia súč. prechodu tepla dU : 0.000 W/m<sup>2</sup>K

### Skladba konštrukcie (od interiéru) :

Číslo	Názov	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m <sup>3</sup> ]	Mi [-]	Ma [kg/m <sup>2</sup> ]
1	Sadrová omietka	0,0100	0,7000	1000,0	1200,0	10,0	0.0000
2	Ytong	0,3000	0,1050	1000,0	500,0	7,0	0.0000
3	Lepidlo	0,0050	0,5700	1200,0	1550,0	20,0	0.0000
4	Min.vlna	0,1400	0,0420	880,0	50,0	1,2	0.0000
5	Omietka	0,0050	0,8400	790,0	2000,0	19,0	0.0000

Poznámka: D je hrúbka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelnej vodivosti vrstvy, C je merná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnosť vrstvy, Mi je faktor difúzneho odporu vrstvy a Ma je počiatočná zabudovaná vlhkosť vo vrstve.

### Okrajové podmienky výpočtu :

Odpor pri prestupe tepla na vnútornej strane Rsi : 0.13 m<sup>2</sup>K/W  
 dtto pre výpočet vnútornej povrchovej teploty Rsi : 0.25 m<sup>2</sup>K/W  
 Odpor pri prestupe tepla na vonkajšej strane Rse : 0.04 m<sup>2</sup>K/W  
 dtto pre výpočet vnútornej povrchovej teploty Rse : 0.04 m<sup>2</sup>K/W

Návrhová vonkajšia teplota Te : -18.0 C  
 Návrhová teplota vnútorného vzduchu Tai : 20.0 C  
 Návrhová relatívna vlhkosť vonkajšieho vzduchu RHe : 84.0 %  
 Návrhová relatívna vlhkosť vnútorného vzduchu RHi : 50.0 %

Mesiac	Dĺžka[dni]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31	20.0	52.2	1219.9	-2.3	81.1	409.0
2	28	20.0	54.6	1276.0	-0.7	80.7	465.0
3	31	20.0	55.9	1306.4	3.0	79.5	602.1
4	30	20.0	57.7	1348.4	7.6	77.5	808.6
5	31	20.0	62.0	1448.9	12.5	74.7	1082.2
6	30	20.0	65.9	1540.1	15.7	72.2	1287.1
7	31	20.0	67.9	1586.8	17.2	70.7	1386.7
8	31	20.0	67.2	1570.4	16.7	71.2	1352.9
9	30	20.0	62.6	1462.9	13.1	74.2	1118.0
10	31	20.0	58.1	1357.8	8.2	77.2	839.1
11	30	20.0	55.9	1306.4	3.0	79.5	602.1
12	31	20.0	54.7	1278.3	-0.6	80.7	468.9

Poznámka: Tai, RHi a Pi sú priem. mesačné parametre vnútorného vzduchu (teplota, relatívna vlhkosť a čiastočný tlak vodnej pary) a Te, RHe a Pe sú priem. mesačné parametre v prostredí na vonkajšej strane konštrukcie (teplota, relatívna vlhkosť a čiastočný tlak vodnej pary).

Pre vnútorné prostredie sa uplatnila prirážka priemernej relatívnej vlhkosti : 0.0 %

Počiatočný mesiac pre výpočet bilancie sa stanovuje výpočtom podľa STN EN ISO 13788.

Počet hodnotených rokov : 1

## VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOTENEJ KONŠTRUKCIE :

### Teplný odpor a súčiniteľ prechodu tepla podľa STN EN ISO 6946:

Teplný odpor konštrukcie R : 6.219 m<sup>2</sup>K/W  
 Súčiniteľ prechodu tepla konštrukcie U : **0.157 W/m<sup>2</sup>K**

Súčiniteľ prechodu zabudovanej kce U<sub>k</sub> : 0.18 / 0.21 / 0.26 / 0.36 W/m<sup>2</sup>K  
 Uvedené orientačné hodnoty platia pre rôznu kvalitu riešení tep. mostov vyjadrenú približnou prirážkou podľa poznámok k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

### Difúzny odpor a tepelne akumulčné vlastnosti:

Difúzny odpor konštrukcie Z<sub>pT</sub> : 1.3E+0010 m/s  
 Teplotný útlm konštrukcie Ny\* podľa STN EN ISO 13786: 1208.8  
 Fázový posun teplotného kmitu Psi\* podľa STN EN ISO 13786: 17.7 h

### Teplota vnútorného povrchu a teplotný faktor podľa STN 730540 a STN EN ISO 13788:

Vnútorná povrchová teplota pri výpočtových podmienkach T<sub>si,p</sub> : 18.54 C  
 Teplotný faktor v návrhových podmienkach f<sub>Rsi,p</sub> : **0.962**

Číslo mesiaca	Minimálne požadované hodnoty pri max. rel. vlhkosti na vnútorom povrchu:				Vypočítané hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----				
	T <sub>si,m</sub> [C]	f <sub>Rsi,m</sub>	T <sub>si,m</sub> [C]	f <sub>Rsi,m</sub>	T <sub>si</sub> [C]	f <sub>Rsi</sub>	RH <sub>si</sub> [%]
1	13.3	0.699	9.9	0.548	19.1	0.962	55.1
2	14.0	0.709	10.6	0.545	19.2	0.962	57.4
3	14.3	0.667	10.9	0.467	19.3	0.962	58.2
4	14.8	0.583	11.4	0.307	19.5	0.962	59.4
5	15.9	0.460	12.5	0.000	19.7	0.962	63.1
6	16.9	0.280	13.4	-----	19.8	0.962	66.6
7	17.4	0.063	13.9	-----	19.9	0.962	68.4
8	17.2	0.156	13.7	-----	19.9	0.962	67.7
9	16.1	0.434	12.6	-----	19.7	0.962	63.6
10	14.9	0.571	11.5	0.281	19.5	0.962	59.8
11	14.3	0.667	10.9	0.467	19.3	0.962	58.2
12	14.0	0.709	10.6	0.544	19.2	0.962	57.5

Poznámka: RH<sub>si</sub> je relatívna vlhkosť na vnútorom povrchu, T<sub>si</sub> je teplota vnútorného povrchu a f<sub>Rsi</sub> je teplotný faktor.

### Difúzia vodnej pary pri výp. podmienkach a bilancia vodnej pary podľa STN 730540-2:

(bez vplyvu zabudovanej vlhkosti a slnečného žiarenia)

Priebeh teplôt a čiastočných tlakov vodnej pary pri výpočtových okrajových podmienkach:

rozhranie:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	e
theta [C]:	19.2	19.1	2.1	2.1	-17.7	-17.8
p [Pa]:	1168	1127	255	214	144	104
p <sub>sat</sub> [Pa]:	2227	2216	713	710	128	127

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstiev, p je predpokladaný čiastočný tlak vodnej pary na rozhraní vrstiev a p<sub>sat</sub> je čiastočný tlak nasýtenej vodnej pary na rozhraní vrstiev.

Pri vonkajšej výpočtovej teplote dochádza v konštrukcii ku kondenzácii vodnej pary.

Kond.zóna číslo	Hranice kondenzačnej zóny ľavá [m]	pravá	Množstvo kondenzujúcej vodnej pary [kg/(m <sup>2</sup> s)]
1	0.4550	0.4550	3.558E-0008

Ročná bilancia skondenzovanej a vypariteľnej vodnej pary:

Množstvo skondenzovanej vodnej pary za rok M<sub>c,a</sub>: **0.0128 kg/(m<sup>2</sup>.rok)**  
 Množstvo vypariteľnej vodnej pary za rok M<sub>ev,a</sub>: **17.6163 kg/(m<sup>2</sup>.rok)**

Ku kondenzácii dochádza pri vonkajšej teplote nižšej ako -10.0 C.

### Bilancia skondenzovanej a vyparenej vodnej pary podľa STN EN ISO 13788:

Ročný cyklus č. 1

**V konštrukcii nedochádza počas modelového roka ku kondenzácii vodnej pary.**

Poznámka: Hodnotenie difúzie vodnej pary bolo vyhotovené pre predpoklad 1D šírenia vodnej pary prevažujúcou skladbou konštrukcie. Pre konštrukcie s výraznými systematickými tepelnými mostami je výsledok výpočtu len orientačný. Presnejšie výsledky sa dajú získať pomocou 2D analýzy.

**STOP, Teplo 2015**



# KOMPLEXNÉ POSÚDENIE SKLADBY KONŠTRUKCIE Z HĽADISKA ŠÍRENIA TEPLA A VODNEJ PARY

podľa STN EN ISO 13788, STN EN ISO 6946, STN 730540 a ČSN 730540  
**Teplo 2015**

Názov úlohy : **Strop do podkrovia**

## ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMIENKY :

Typ hodnotenej konštrukcie : Strop pod nevykur. a menej vykur. vnútorným priestorom  
Korekcia súč. prechodu tepla dU : 0.000 W/m<sup>2</sup>K

## Skladba konštrukcie (od interiéru) :

Číslo	Názov	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m <sup>3</sup> ]	Mi [-]	Ma [kg/m <sup>2</sup> ]
1	Sádrokartón	0,0125	0,2200	1060,0	750,0	9,0	0.0000
2	Parozábrana	0,0002	0,3900	1700,0	440,0	210154,0	0.0000
3	Min.vlna	0,3000	0,0420	880,0	50,0	1,2	0.0000
4	Vzduchová duti	0,0300	0,1875*	1010,0	1,2	0,3	0.0000
5	Min.vlna	0,2400	0,0500	880,0	50,0	1,2	0.0000

Poznámka: D je hrúbka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelnej vodivosti vrstvy, C je merná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnosť vrstvy, Mi je faktor difúzneho odporu vrstvy a Ma je počiatočná zabudovaná vlhkosť vo vrstve.

\* ekvival. tep. vodivosť s vplyvom tepelných mostov, stanovená interným výpočtom

## Okrajové podmienky výpočtu :

Odpor pri prestupe tepla na vnútornej strane Rsi : 0.10 m<sup>2</sup>K/W  
dtto pre výpočet vnútornej povrchovej teploty Rsi : 0.25 m<sup>2</sup>K/W  
Odpor pri prestupe tepla na vonkajšej strane Rse : 0.10 m<sup>2</sup>K/W  
dtto pre výpočet vnútornej povrchovej teploty Rse : 0.10 m<sup>2</sup>K/W

Návrhová vonkajšia teplota Te : -12.0 C  
Návrhová teplota vnútorného vzduchu Tai : 20.0 C  
Návrhová relatívna vlhkosť vonkajšieho vzduchu RHe : 84.0 %  
Návrhová relatívna vlhkosť vnútorného vzduchu RHi : 50.0 %

## VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOTENEJ KONŠTRUKCIE :

### Tepelný odpor a súčiniteľ prechodu tepla podľa STN EN ISO 6946:

Tepelný odpor konštrukcie R : 12.160 m<sup>2</sup>K/W  
Súčiniteľ prechodu tepla konštrukcie U : **0.081 W/m<sup>2</sup>K**

Súčiniteľ prechodu zabudovanej kce U<sub>kce</sub> : 0.10 / 0.13 / 0.18 / 0.28 W/m<sup>2</sup>K

Uvedené orientačné hodnoty platia pre rôznu kvalitu riešení tep. mostov vyjadrenú prírážkou podľa poznámok k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

### Difúzny odpor a tepelne akumulačné vlastnosti:

Difúzny odpor konštrukcie ZpT : 2.5E+0011 m/s  
Teplotný útlm konštrukcie Ny\* podľa STN EN ISO 13786: 356.2  
Fázový posun teplotného kmitu Psi\* podľa STN EN ISO 13786: 9.9 h

### Teplota vnútorného povrchu a teplotný faktor podľa STN 730540 a STN EN ISO 13788:

Vnútorná povrchová teplota pri výpočtových podmienkach Tsi,p : 19.36 C  
Teplotný faktor v návrhových podmienkach f<sub>Rsi,p</sub> : **0.980**

### Difúzia vodnej pary pri výp. podmienkach a bilancia vodnej pary podľa STN 730540-2: (bez vplyvu zabudovanej vlhkosti a slnečného žiarenia)

Priebeh teplôt a čiastočných tlakov vodnej pary pri výpočtových okrajových podmienkach:

**rozhranie:**      i      1-2      2-3      3-4      4-5      e

theta [C]:	19.7	19.6	19.6	1.1	0.7	-11.7
p [Pa]:	1168	1166	196	188	188	182
p,sat [Pa]:	2300	2279	2279	661	642	222

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstiev, p je predpokladaný čiastočný tlak vodnej pary na rozhraní vrstiev a p,sat je čiastočný tlak nasýtenej vodnej pary na rozhraní vrstiev.

**Pri vonkajšej výpočtovej teplote nedochádza v konštrukcii ku kondenzácii vodnej pary.**

Množstvo difundujúcej vodnej pary Gd : 4.197E-0009 kg/(m2.s)

Poznámka: Hodnotenie difúzie vodnej pary bolo vyhotovené pre predpoklad 1D šírenia vodnej pary prevažujúcou skladbou konštrukcie. Pre konštrukcie s výraznými systematickými tepelnými mostami je výsledok výpočtu len orientačný. Presnejšie výsledky sa dajú získať pomocou 2D analýzy.

**STOP, Teplo 2015**

## KOMPLEXNÉ POSÚDENIE SKLADBY KONŠTRUKCIE Z HĽADISKA ŠÍRENIA TEPLA A VODNEJ PARY

podľa STN EN ISO 13788, STN EN ISO 6946, STN 730540 a ČSN 730540  
**Teplo 2015**

Názov úlohy : **Podlaha na teréne**

### ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMIENKY :

Typ hodnotenej konštrukcie : Podlaha na teréne  
Korekcia súč. prechodu tepla dU : 0.000 W/m2K

#### Skladba konštrukcie (od interiéru) :

Číslo	Názov	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m3]	Mi [-]	Ma [kg/m2]
1	Dlažba	0,0100	1,0100	840,0	2000,0	200,0	0.0000
2	Anhydrid	0,0500	1,2000	840,0	2100,0	20,0	0.0000
3	EPS NEO	0,1900	0,0360	1270,0	15,0	21,0	0.0000

Poznámka: D je hrúbka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelnej vodivosti vrstvy, C je merná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnosť vrstvy, Mi je faktor difúzneho odporu vrstvy a Ma je počiatková zabudovaná vlhkosť vo vrstve.

#### Okrajové podmienky výpočtu :

Odpor pri prestupe tepla na vnútornej strane Rsi : 0.17 m2K/W  
 dtto pre výpočet vnútornej povrchovej teploty Rsi : 0.25 m2K/W  
 Odpor pri prestupe tepla na vonkajšej strane Rse : 0.00 m2K/W  
 dtto pre výpočet vnútornej povrchovej teploty Rse : 0.00 m2K/W

Návrhová vonkajšia teplota Te : 7.8 C  
 Návrhová teplota vnútorného vzduchu Tai : 20.0 C  
 Návrhová relatívna vlhkosť vonkajšieho vzduchu RHe : 100.0 %  
 Návrhová relatívna vlhkosť vnútorného vzduchu RHi : 50.0 %

Mesiac	Dĺžka[dni]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31	20.0	52.2	1219.9	3.6	100.0	790.2
2	28	20.0	54.6	1276.0	2.7	100.0	741.4
3	31	20.0	55.9	1306.4	3.5	100.0	784.7
4	30	20.0	57.7	1348.4	5.4	100.0	896.5
5	31	20.0	62.0	1448.9	7.7	100.0	1050.5
6	30	20.0	65.9	1540.1	10.1	100.0	1235.6
7	31	20.0	67.9	1586.8	11.7	100.0	1374.3
8	31	20.0	67.2	1570.4	12.5	100.0	1448.7
9	30	20.0	62.6	1462.9	12.2	100.0	1420.4
10	31	20.0	58.1	1357.8	10.4	100.0	1260.6
11	30	20.0	55.9	1306.4	8.0	100.0	1072.2

12	31	20.0	54.7	1278.3	5.4	100.0	896.5
----	----	------	------	--------	-----	-------	-------

Poznámka: Tai, RH<sub>i</sub> a Pi sú priem. mesačné parametre vnútorného vzduchu (teplota, relatívna vlhkosť a čiastočný tlak vodnej pary) a Te, RHe a Pe sú priem. mesačné parametre v prostredí na vonkajšej strane konštrukcie (teplota, relatívna vlhkosť a čiastočný tlak vodnej pary).

Priemerná mesačná vonkajšia teplota Te bola vypočítaná podľa článku 4.2.3 v STN EN ISO 13788 (vplyv tepelnej zotrvačnosti zeminy).

Pre vnútorné prostredie sa uplatnila prirážka priemernej relatívnej vlhkosti : 0.0 %

Počiatkový mesiac pre výpočet bilancie sa stanovuje výpočtom podľa STN EN ISO 13788.

Počet hodnotených rokov : 1

## VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOTENEJ KONŠTRUKCIE :

### Tepelný odpor a súčiniteľ prechodu tepla podľa STN EN ISO 6946:

Tepelný odpor konštrukcie R : 5.329 m<sup>2</sup>K/W  
Súčiniteľ prechodu tepla konštrukcie U : 0.182 W/m<sup>2</sup>K

Súčiniteľ prechodu zabudovanej kce U<sub>k</sub> : 0.20 / 0.23 / 0.28 / 0.38 W/m<sup>2</sup>K  
Uvedené orientačné hodnoty platia pre rôznu kvalitu riešení tep. mostov vyjadrenú prirážkou podľa poznámok k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

### Difúzny odpor a tepelne akumulčné vlastnosti:

Difúzny odpor konštrukcie Z<sub>pT</sub> : 3.7E+0010 m/s

Teplotný útlm konštrukcie Ny\* podľa STN EN ISO 13786: 56.4

Fázový posun teplotného kmitu Psi\* podľa STN EN ISO 13786: 4.8 h

### Teplota vnútorného povrchu a teplotný faktor podľa STN 730540 a STN EN ISO 13788:

Vnútorná povrchová teplota pri výpočtových podmienkach T<sub>si,p</sub> : 19.45 C

Teplotný faktor v návrhových podmienkach f<sub>i</sub>R<sub>si</sub> : 0.955

Číslo mesiaca	Minimálne požadované hodnoty pri max. rel. vlhkosti na vnútornom povrchu:				Vypočítané hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----				
	T <sub>si</sub> ,m[C]	f <sub>i</sub> R <sub>si</sub> ,m	T <sub>si</sub> ,m[C]	f <sub>i</sub> R <sub>si</sub> ,m	T <sub>si</sub> [C]	f <sub>i</sub> R <sub>si</sub>	RH <sub>si</sub> [%]
1	13.3	0.590	9.9	0.385	19.3	0.955	54.6
2	14.0	0.652	10.6	0.456	19.2	0.955	57.3
3	14.3	0.657	10.9	0.451	19.3	0.955	58.5
4	14.8	0.646	11.4	0.412	19.3	0.955	60.1
5	15.9	0.670	12.5	0.390	19.4	0.955	64.2
6	16.9	0.687	13.4	0.337	19.6	0.955	67.7
7	17.4	0.684	13.9	0.264	19.6	0.955	69.5
8	17.2	0.629	13.7	0.165	19.7	0.955	68.6
9	16.1	0.500	12.6	0.058	19.7	0.955	64.0
10	14.9	0.472	11.5	0.116	19.6	0.955	59.7
11	14.3	0.528	10.9	0.245	19.5	0.955	57.8
12	14.0	0.589	10.6	0.357	19.3	0.955	57.0

Poznámka: RH<sub>si</sub> je relatívna vlhkosť na vnútornom povrchu, T<sub>si</sub> je teplota vnútorného povrchu a f<sub>i</sub>R<sub>si</sub> je teplotný faktor.

### Difúzia vodnej pary pri výp. podmienkach a bilancia vodnej pary podľa STN 730540-2: (bez vplyvu zabudovanej vlhkosti a slnečného žiarenia)

Priebeh teplôt a čiastočných tlakov vodnej pary pri výpočtových okrajových podmienkach:

rozhranie:	i	1-2	2-3	e
theta [C]:	19.6	19.6	19.5	7.8
p [Pa]:	1168	1136	1120	1056
p <sub>sat</sub> [Pa]:	2283	2280	2267	1056

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstiev, p je predpokladaný čiastočný tlak vodnej pary na rozhraní vrstiev a p<sub>sat</sub> je čiastočný tlak nasýtenej vodnej pary na rozhraní vrstiev.

**Pri vonkajšej výpočtovej teplote nedochádza v konštrukcii ku kondenzácii vodnej pary.**

Množstvo difundujúcej vodnej pary G<sub>d</sub> : 3.211E-0009 kg/(m<sup>2</sup>.s)

## Bilancia skondenzovanej a vyparenej vodnej pary podľa STN EN ISO 13788:

### Ročný cyklus č. 1

#### **V konštrukcii nedochádza počas modelového roka ku kondenzácii vodnej pary.**

Poznámka: Hodnotenie difúzie vodnej pary bolo vyhotovené pre predpoklad 1D šírenia vodnej pary prevažujúcou skladbou konštrukcie. Pre konštrukcie s výraznými systematickými tepelnými mostami je výsledok výpočtu len orientačný. Presnejšie výsledky sa dajú získať pomocou 2D analýzy.

STOP, Teplo 2015

Výpočet podlahy na teréne

**Char.rozmer podlahy**

$$B' = 6,762711864$$

$$B' = A/0,5 \cdot P$$

$$A = 199,5$$

$$P = 59$$

$$dt = 11,598$$

$$w = 0,52$$

$$R_f = 5,329$$

$$\lambda = 2$$

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

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

**podlaha na terene**

$$\pi = 3,141592654$$

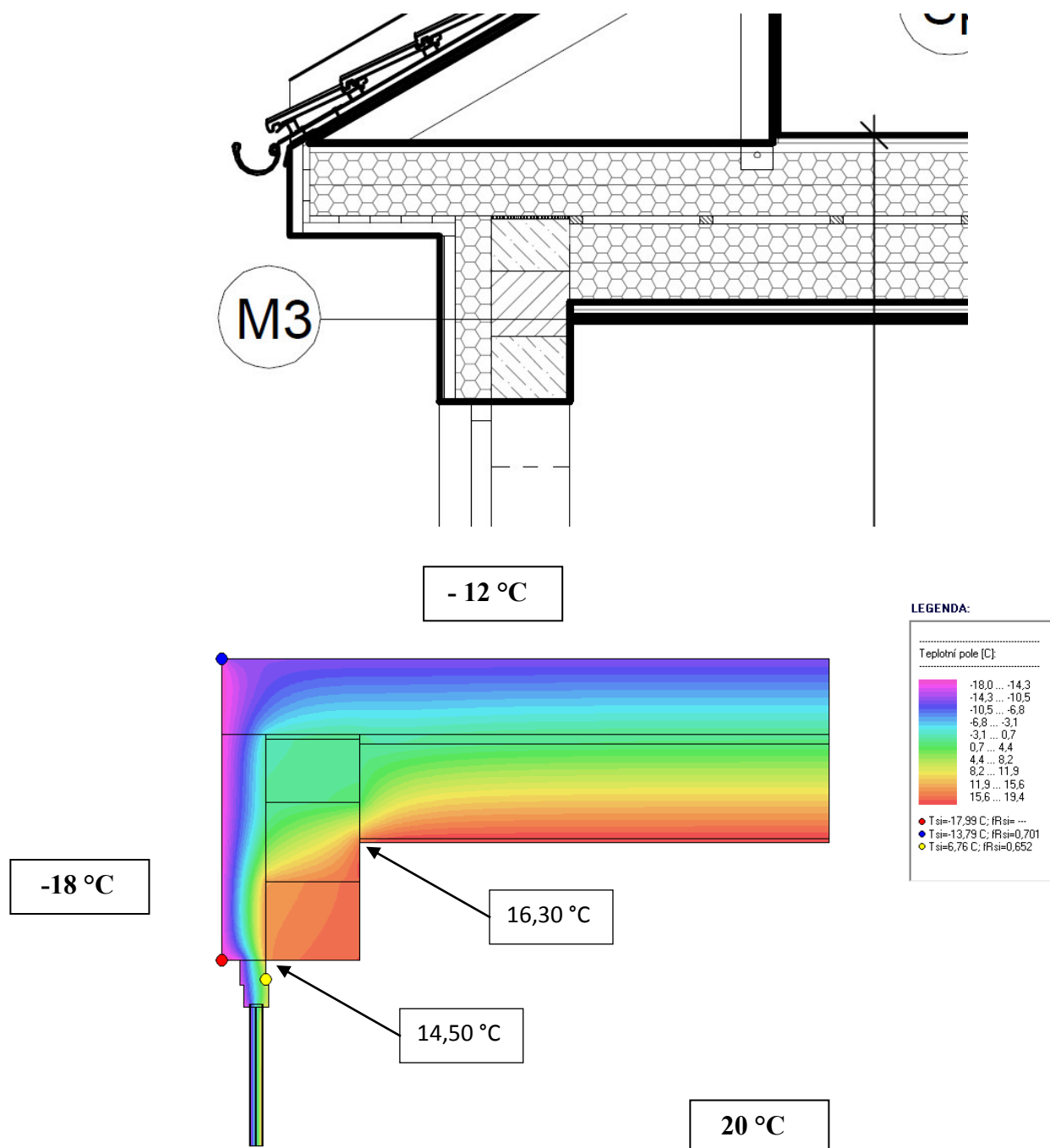
$$U = 0,136$$

## 7. PRÍLOHA č.2 – Výpočet potreby tepla na vykurovanie

Energetické hodnotenie budov						
1. Budova:		Rodinný dom bez administratívneho zázemia				
Obostavaný objem [m³]: V <sub>b</sub> = 753,11		Merná plocha [m²]: = Podlahová plocha (vyhl.364/2012 Z.z.) A <sub>b</sub> = 199,500				
Obytná budova ano		Priemerná konštrukčná výška vykurovaných podlaží [m]: h <sub>k,pr</sub> = 3,775				
2. Merná tepelná strata prechodom tepla H <sub>τ</sub> [W/K]						
Konštrukcia		Plocha A <sub>i</sub> m²	U <sub>i</sub> W/(m²K)	U <sub>i</sub> A <sub>i</sub> W/K	Faktor b <sub>x</sub>	b <sub>x</sub> U <sub>i</sub> A <sub>i</sub> W/K
Stena 1		176,766	0,128	22,63	1,00	22,63
Stena 2		18,945	0,157	2,97	1,00	2,97
Podlaha na teréne		199,500	0,136	27,13	1,00	27,13
Strecha - podstrešný priestor		199,500	0,081	16,16	0,80	12,93
Okná		2,485	0,760	1,89	1,00	1,89
Dvere		24,529	0,784	19,23	1,00	19,23
Súčty	ΣA <sub>i</sub> =	621,725	2,046		Σb <sub>x</sub> . U <sub>i</sub> . A <sub>i</sub> =	86,78
3. Započítanie vplyvu tepelných mostov: exaktne , paušálne						
		ΔU =	0,02			
Vplyv tepelných mostov [W/K]:		ΔUΣA <sub>i</sub> =				12,43
Merná tepelná strata H <sub>τ</sub> [W/K]:			H <sub>τ</sub> = Σb <sub>x</sub> . U <sub>i</sub> . A <sub>i</sub> + ΔUΣA <sub>i</sub> =			99,21
Priemerný súčiniteľ prechodu tepla [W/(m²K)]			U <sub>m</sub> = H <sub>τ</sub> / Σ A <sub>i</sub> =			0,160
4. Merná tepelná strata vetraním H <sub>v</sub> [W/K]:						
Intenzita výmeny vzduchu v l/h n = 0,200		Dĺžka škár: Výpočet n:	70,573 0,236	H <sub>v</sub> = 0,264 . n . V <sub>b</sub> = 39,76		
5. Merná tepelná strata H = H <sub>τ</sub> + H <sub>v</sub> [W/K] :					138,98	
6. Solárne zisky Q <sub>s</sub> [kWh]		I <sub>sj</sub>	g <sub>nj</sub>	A <sub>nj</sub>	Q <sub>s</sub> = ΣI <sub>sj</sub> . Σ0,50 . g <sub>nj</sub> . A <sub>nj</sub>	
Juh		320	0,5	0,000	0,00	
Východ		200	0,5	9,174	458,70	
Západ		200	0,5	13,368	668,40	
Sever		100	0,5	2,485	62,13	
			ΣA <sub>nj</sub> =	25,027		
					Q <sub>s</sub> =	1 189,23
7. Vnútorne zisky Q <sub>i</sub> [kWh] Q <sub>i</sub> = 5 . q <sub>i</sub> . A <sub>b</sub>					Q <sub>i</sub> =	3 990,00
[W/m²] :		q <sub>i</sub> = (4) 4	q <sub>i</sub> = (5)	q <sub>i</sub> = (6)		
Rodinný dom		Bytový dom		Verejná budova		
8. Celkové vnútorné zisky Q <sub>i</sub> + Q <sub>s</sub> [kWh]					Q <sub>i</sub> + Q <sub>s</sub> =	5 179,23
9. Potreba tepla na vykurovanie [kWh/rok]:Q <sub>h</sub> =82,1(H <sub>τ</sub> +H <sub>v</sub> )-0,95.(Q <sub>s</sub> +Q <sub>i</sub> )					Q <sub>h</sub> =	6 489,85
10. Merná potreba tepla na vykurovanie [kWh/m²] : Q <sub>H,nd</sub> = Q <sub>h</sub> /A <sub>b</sub>					Q <sub>H,nd</sub> =	32,53
11. Faktor tvaru budovy ΣA <sub>i</sub> /V <sub>b</sub>			Požiadavka podľa STN 73 0540		ΣA <sub>i</sub> /V <sub>b</sub> =	0,826
					Q <sub>h,nd,N</sub> =	87,54
					Q <sub>h,nd,r1</sub> =	43,77
					Q <sub>h,nd,r2</sub> =	21,89

## 8. PRÍLOHA č.3 – Výpočet pomocou dvojrozmerných polí

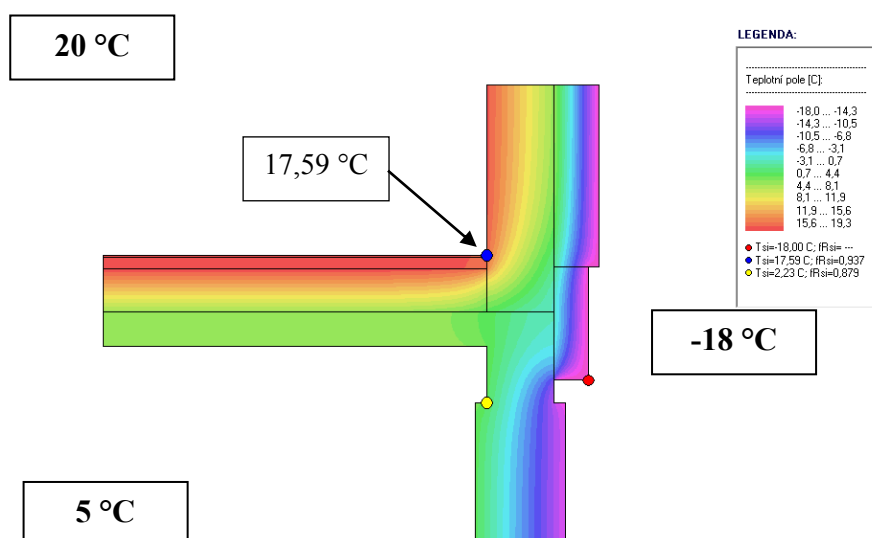
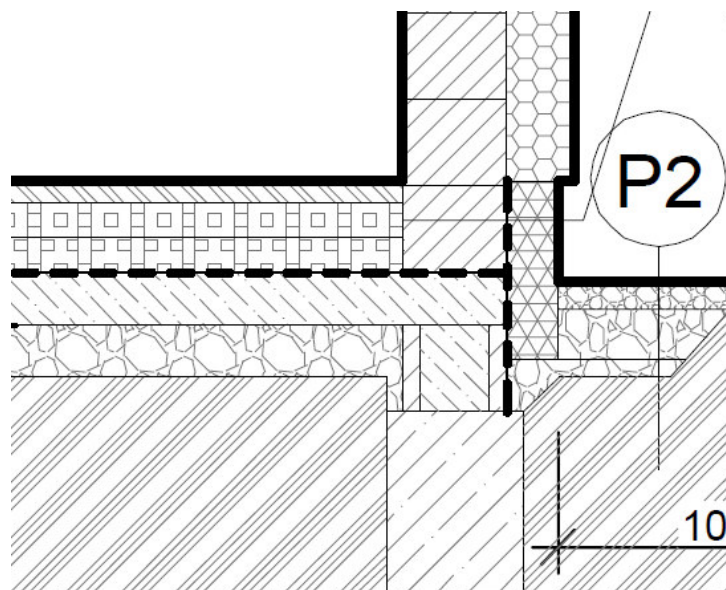
Zvislý rez stropom do podkrovia, obvodovým plášťom a nadpražím – vodorovné kúty



$16,30\text{ °C} > 13,12\text{ °C} \Rightarrow \text{vyhovuje}$

$14,50\text{ °C} > 9,26\text{ °C} \Rightarrow \text{vyhovuje}$

Zvislý rez podlahou na teréne, základom a obvodovým plášťom – vodorovný kút



$17,59\text{ °C} > 13,12\text{ °C} \Rightarrow \text{vyhovuje}$