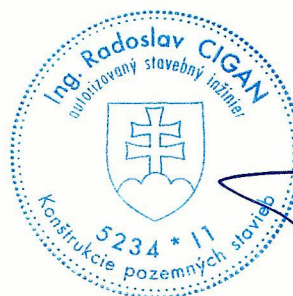


TEPELNOTECHNICKÝ POSUDOK

Názov stavby : **Rekonštrukcia a prístavba MŠ v obci Vojka**
Miesto stavby : **Hlavná 18, Vojka**
Stavebník : **Obec Vojka, Hlavná 84/25, 076 83 Vojka**
Zodp. projektant : **Ing. Mária Janoková**
Spracovateľ TTP : **Ing. Radoslav Cigan**



ÚVOD

Tepelnotechnický posudok je vypracovaný ako súčasť projektovej dokumentácie stavby: „Rekonštrukcia a prístavba MŠ v obci Vojka“, z ktorej boli prevzaté aj jednotlivé skladby a detaily obalových konštrukcií budovy.

Cieľom tohto hodnotenia je preukázanie splnenia kritérií podľa:

➤ STN 730540

- a) Kritérium minimálnych tepelnotechnických vlastností stavebných konštrukcií (maximálnej hodnoty U)
- b) Hygienické kritérium (minimálna teplota na vnútornom povrchu)
- c) Kritérium výmeny vzduchu
- d) Energetické kritérium

Použité normy a literatúra:

- STN 730540 Tepelno-technické vlastnosti stavebných konštrukcií a budov, Tepelná ochrana budov
- STN EN ISO 6946 Tepelný odpor a súčiniteľ prechodu tepla. Výpočtová metóda (730559), 2001
- STN EN ISO 10077-1 Tepelno-technické vlastnosti okien, dverí a okeníc. Výpočet súčiniteľa prechodu tepla. Časť 1: Zjednodušená metóda (730591), 2002
- STN EN ISO 13 789 Tepelnotechnické vlastnosti budov. Merná tepelná strata. Výpočtová metóda.
- STN EN ISO 13790 Energetická hospodárnosť budov. Výpočet potreby energie na vykurovanie a chladenie (ISO 13790:2008).
- STN EN ISO 10211 Tepelné mosty v budovách pozemných stavieb. Tepelné toky a povrchové teploty. Podrobné výpočty (ISO 10211:2007).
- STN EN ISO 13370 Tepelnotechnické vlastnosti budov. Šírenie tepla zeminou. Výpočtové metódy (ISO 11370:2007).
- Komentár k STN 730540 1-4 (Sternová, Bendžalová, Rakovský)
- Komentár k STN EN ISO 13790 (Sternová, Bendžalová)
- Komentár a návrh výpočtu energetickej certifikácie budov (Ivan Chmúrny a kolektív autorov)
- Tepelná ochrana budov (Ivan Chmúrny a kolektív autorov)
- Atlas tepelných mostov (Sternová a kolektív)
- Energetická hospodárnosť a energetická certifikácia budov (Zuzana Šternová a kol.)

1. NORMATÍVNE POŽIADAVKY

Predmetom tohto posúdenia sú obalové konštrukcie a budova ako celok v zmysle požiadaviek STN 73 0540. Uvedená norma platí pre celý rozsah budov pozemných stavieb – bytové a nebytové s trvalým pobytom osôb vo vnútornom priestore alebo jeho funkčne vymedzenej časti (> 4 hod/deň pri trvalom užívaní osôb aspoň 1 x do týždňa).

1.1. KRITÉRIUM MINIMÁLNYCH TEPELNOTECHNICKÝCH VLASTNOSTÍ STAVEBNÝCH KONŠTRUKCIÍ (maximálnej hodnoty U)

JESTVUJÚCI STAV

Budova Materskej školy súp.č. 18 sa nachádza na Hlavnej ulici v obci Vojka, na parcele č. 202/1, v zastavanom území, v katastrálnom území Vojka, okres Trebišov, kraj Košický. Je to murovaný jednopodlažný samostatne stojaci objekt pôdorysu v tvare písmena L, max. rozmerov 41,7 x 11,7m. Hlavný vstup do budovy je z južnej strany. Projektová dokumentácia rieši rekonštrukciu a prístavbu k jestvujúcemu objektu. Hlavným dôvodom navrhovanej rekonštrukcie a prístavby k objektu je rozšírenie kapacity Materskej školy. Prístavba k objektu o rozmere 4,50x20,70 m je navrhnutá z južnej strany objektu na parcelách č. 202/1 a 202/3.

A) OBVODOVÝ PLÁŠŤ

Obvodový plášť tvorí kamenné murivo hr. 550 mm na vápenno-cementovú maltu, interiérová omietka je vápenno-cementová hrúbky 25 mm, exteriérová omietka je taktiež vápenno-cementová brizolitová hr. 25 mm. Tepelnoizolačné vlastnosti obvodového plášťa sú zlé, nespĺňajú hygienické kritéria a zároveň spôsobujú vysokú energetickú náročnosť prevádzky budovy.

Skladba obvodového plášťa:

- vonkajšia brizolitová omietka, hr. 25 mm
- kamenné murivo, hr. 550 mm
- vnútorná VPC omietka, hr. 25 mm

Tepelnotechnické parametre:

Tepelný odpor	$R = 0,377 \text{ m}^2\text{K/W}$
Súčiniteľ prechodu tepla	$U = 1,83 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Hodnotenie podľa STN 73 0540-2: 2012/Z1: 2016, tab. 1 - Požiadavky na hodnoty U

$$U_{\text{konštrukcie}} \leq U_{r1} \quad [\text{W}/(\text{m}^2\text{K})]$$

$$1,83 > 0,22 \quad [\text{W}/(\text{m}^2\text{K})] \quad \text{NEVYHOVUJE}$$

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

$$1,83 > 0,32 \quad [\text{W}/(\text{m}^2\text{K})] \quad \text{NEVYHOVUJE}$$

$$U_{\text{konštrukcie}} \leq U_{\text{max}} \quad [\text{W}/(\text{m}^2\text{K})]$$

$$1,83 > 0,46 \quad [\text{W}/(\text{m}^2\text{K})] \quad \text{NEVYHOVUJE}$$

B) STROP POD POVALOU

Nosnú stropnú konštrukciu tvorí drevený trámový strop. Priestor medzi stropnými trámami je vyplnený škvarovým zásypom.

Skladba stropnej konštrukcie:

- horný drevený doskový záklop, hr. 25 mm
- škvarový zásyp – medzi trámami, hr. 200 mm
- dolný drevený doskový záklop, hr. 25 mm
- vnútorná omietka, hr. 25 mm

Tepelnotechnické parametre:

Tepelný odpor	$R = 1,071 \text{ m}^2\text{K/W}$
Súčiniteľ prechodu tepla	$U = 0,83 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Hodnotenie podľa STN 73 0540-2: 2012/Z1: 2016, tab. 1 - Požiadavky na hodnoty U

$$U_{\text{konštrukcie}} \leq U_{r1} \quad [\text{W/(m}^2\text{K)}]$$

$$0,83 > 0,20 \quad [\text{W/(m}^2\text{K)}] \quad \text{NEVYHOVUJE}$$

C) VÝPLŇOVÉ KONŠTRUKCIE

Pôvodné okná sú drevené dvojité resp. zdvojené. Vonkajšie vstupné dvere sú plné drevené s oceľovou zárubňou. Jestvujúce výplňové konštrukcie nespĺňajú súčasné normové požiadavky a spôsobujú vysokú energetickú náročnosť prevádzky budovy.

NAVRHOVANÝ STAV

Projektová dokumentácia rieši rekonštrukciu a prístavbu k jestvujúceho objektu. Hlavným dôvodom navrhovanej rekonštrukcie a prístavby k objektu je rozšírenie kapacity Materskej školy. Prístavba k objektu o rozmere 4,50x20,70 m je navrhnutá z južnej strany objektu na parcelách č. 202/1 a 202/3. Projektová dokumentácia rieši zároveň obnovu obalových konštrukcií- zlepšenie tepelnoizolačných vlastností budovy, výmenu výplňových konštrukcií okien a dverí, zateplenie navrhovanej strešnej konštrukcie, modernizáciu vykurovacích systémov, systémov prípravy teplej vody a osvetlenia za účelom zníženia spotreby elektrickej energie, stavebné úpravy a zariadenie školskej kuchyne.

POPIS NAVRHOVANÝCH ÚPRAV

1. Výmena pôvodných okien za nové z plastových profilov s $U_f = 1,2 \text{ W/(m}^2\text{K)}$, zasklené izolačným trojsklom s $U_g = 0,6 \text{ W/(m}^2\text{K)}$.
2. Zateplenie jestvujúceho obvodového plášťa systémom ETICS s tepelnou izoláciou z dosák z minerálnej vlny, hr. 160 mm.
3. Výmena stropu pod povalou vrátane zateplenia rohožami z minerálnej vlny celkovej hr. 350 mm.
4. Realizácia prístavby s obvodovým plášťom murovaným z pórobetónových tvárnic P2-350 so zateplením systémom ETICS s tepelnou izoláciou z dosák z minerálnej vlny, hr. 160 mm. Strecha prístavby je šikmá pultová dvojplášťová, zateplená rohožami z minerálnej vlny celkovej hr. 350 mm. Výplňové konštrukcie prístavby tvoria okná a vonkajšie vstupné dvere z plastových profilov s $U_f = 1,2 \text{ W/(m}^2\text{K)}$, zasklené izolačným trojsklom s $U_g = 0,6 \text{ W/(m}^2\text{K)}$.

A) OBVODOVÝ PLÁŠŤ

Zateplenie obvodového plášťa je navrhované certifikovaným systémom ETICS s tepelnou izoláciou z dosák z minerálnej vlny, hr. 160 mm.

Skladba obvodového plášťa č.1:

- tenkovrstvá fasádna omietka, hr. 3 mm
- lepiaca stierka s výstužnou vrstvou, hr. 3 mm
- tepelná izolácia, dosky MW, hr. 160 mm
- vonkajšia brizolitová omietka, hr. 25 mm
- kamenné murivo, hr. 550 mm
- vnútorná VPC omietka, hr. 25 mm

Tepelnotechnické parametre:

Tepelný odpor	$R = 4,287 \text{ m}^2\text{K/W}$
Súčiniteľ prechodu tepla	$U = 0,22 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Hodnotenie podľa STN 73 0540-2: 2012/Z1: 2016, tab. 1 - Požiadavky na hodnoty U

$$U_{\text{konštrukcie}} \leq U_{r1} \quad [\text{W/(m}^2\text{K)}]$$

$$0,22 \leq 0,22 \quad [\text{W/(m}^2\text{K)}] \quad \text{VYHOVUJE}$$

Skladba obvodového plášťa č.2:

- tenkovrstvá fasádna omietka, hr. 3 mm
- lepiaca stierka s výstužnou vrstvou, hr. 3 mm
- tepelná izolácia, dosky MW, hr. 160 mm
- murivo z pórobetónových tvárnic P2-350, hr. 300 mm
- lepiaca stierka, hr. 3 mm
- tenkovrstvá štuková omietka, hr. 5 mm

Tepelnotechnické parametre:

Tepelný odpor	$R = 6,802 \text{ m}^2\text{K/W}$
Súčiniteľ prechodu tepla	$U = 0,14 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Hodnotenie podľa STN 73 0540-2: 2012/Z1: 2016, tab. 1 - Požiadavky na hodnoty U

$$U_{\text{konštrukcie}} \leq U_{r1} \quad [\text{W/(m}^2\text{K)}]$$

$$0,14 < 0,22 \quad [\text{W/(m}^2\text{K)}] \quad \text{VYHOVUJE}$$

B) STROP POD POVALOU, STRECHA PRÍSTAVBY

Skladba stropnej konštrukcie:

- rohože z minerálnej vlny nad stropnými trámami, hr. 150 mm
- rohože z minerálnej vlny medzi stropnými trámami, hr. 150 mm
- parozábrana
- uzavretá vzduchová vrstva, hr. 100 mm
- sadrokartón, hr. 15 mm

Tepelnotechnické parametre:

Tepelný odpor	$R = 8,047 \text{ m}^2\text{K/W}$
Súčiniteľ prechodu tepla	$U = 0,12 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Hodnotenie podľa STN 73 0540-2: 2012/Z1: 2016, tab. 1 - Požiadavky na hodnoty U

$$U_{\text{konštrukcie}} \leq U_{r1} \quad [\text{W}/(\text{m}^2\text{K})]$$

$$0,12 < 0,20 \quad [\text{W}/(\text{m}^2\text{K})] \quad \text{VYHOVUJE}$$

Skladba strešnej konštrukcie:

- drevený doskový záklop, hr. 25 mm
- rohože z minerálnej vlny medzi krokvmi, hr. 200 mm
- rohože z minerálnej vlny pod krokvmi, hr. 150 mm
- parozábrana
- uzavretá vzduchová vrstva, hr. 100 mm
- sadrokartón, hr. 15 mm

Tepelnotechnické parametre:

Tepelný odpor	$R = 8,189 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$
Súčiniteľ prechodu tepla	$U = 0,12 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Hodnotenie podľa STN 73 0540-2: 2012/Z1: 2016, tab. 1 - Požiadavky na hodnoty U

$$U_{\text{konštrukcie}} \leq U_{r1} \quad [\text{W}/(\text{m}^2\text{K})]$$

$$0,12 < 0,15 \quad [\text{W}/(\text{m}^2\text{K})] \quad \text{VYHOVUJE}$$

C) VÝPLŇOVÉ KONŠTRUKCIE

Výmenu pôvodných výplňových konštrukcií je potrebné zrealizovať pred realizáciou zateplenia obvodového plášťa. Navrhované výplňové konštrukcie sú z plastových profilov s $U_f = 1,1 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, zasklené izolačným trojsklom s $U_g = 0,6 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.

Výplňové konštrukcie	Súčiniteľ prechodu tepla „ U_w “ ($\text{W}/\text{m}^2\text{K}$)
Okná č. 1 (2,0 x 1,5m)	0,96
Okno č. 2 (1,0 x 1,5m)	0,98
Okná č. 3 (1,5 x 0,6m)	1,11
Okná č. 4 (0,9 x 0,6m)	1,16
Okná č. 5 (0,6 x 0,6m)	1,23
Vonkajšie vstupné dvere č.1 (1,6 x 2,35m)	1,00
Vonkajšie vstupné dvere č.2 (1,0 x 2,35m)	1,00

Hodnotenie podľa STN 73 0540-2: 2012/Z1: 2016, tab. 2 - Požiadavky na U_w vonkajších otvorových konštrukcií

$$U_w \leq U_{w,r1} \quad [\text{W}/(\text{m}^2\text{K})]$$

Okná č. 1, 2, Vonkajšie vstupné dvere č.1, 2

$$U_w < 1,00 \quad [\text{W}/(\text{m}^2\text{K})] \quad \text{VYHOVUJÚ}$$

Okná č. 3, 4, 5

U_w	>	1,00	[W/(m ² K)]	NEVYHOVUJÚ
-------	---	------	------------------------	------------

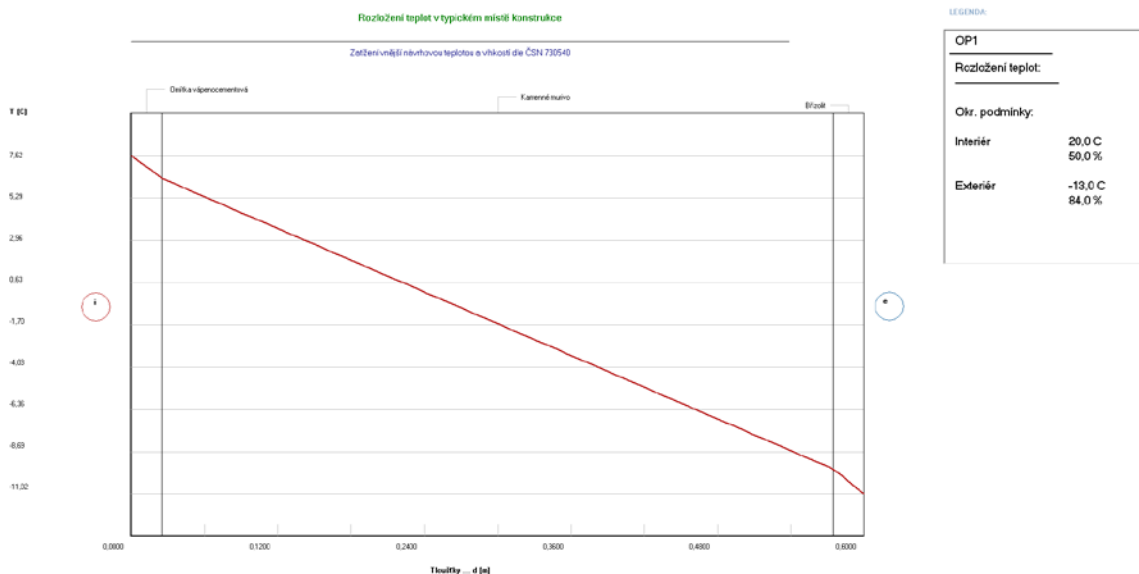
Poznámka:

Okná menšej plochy ako 1,8 m², ktoré nespĺňajú požadované hodnoty, musia byť zhotovené z rovnakých komponentov ako okná s plochou väčšou ako 1,8 m² ktoré spĺňajú dané požiadavky.

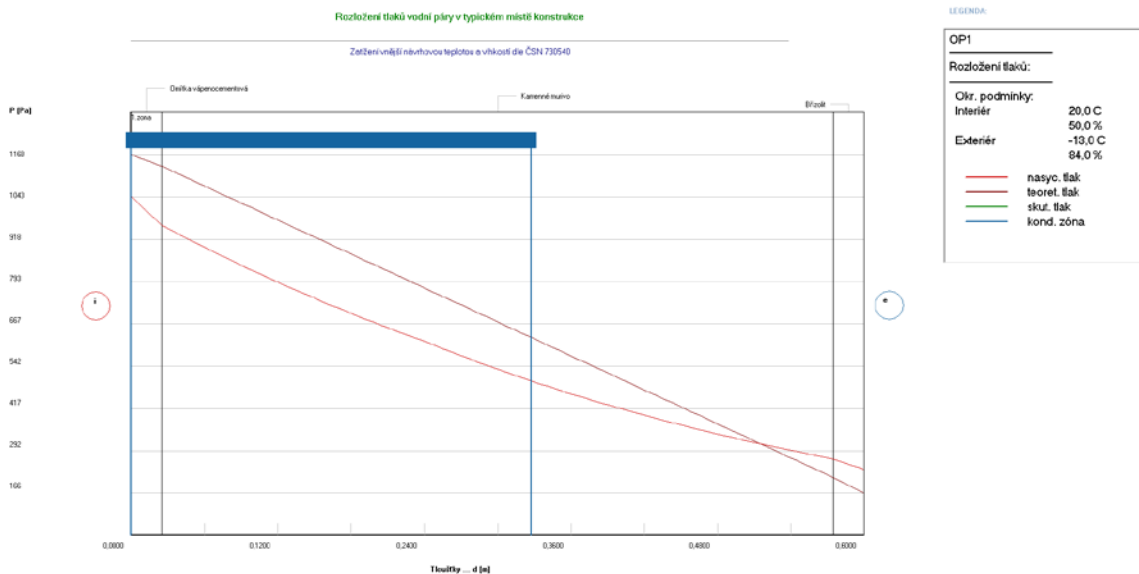
Príloha č. 1: Posúdenie konštrukcií z hľadiska kondenzácie vodných pár

A) OBVODOVÝ PLÁŠŤ č.1 – pôvodný stav

Priebeh teplôt vo fragmente obvodového plášťa



Rozloženie tlakov vodných pár vo fragmente obvodového plášťa a vyznačenie kondenzačnej zóny



Požiadavky:

1. Skondenzovaná vodná para nesmie ohroziť funkciu konštrukcie.
2. Ročná bilancia vodnej pary musí byť aktívna, tj. $M_c < M_{ev}$
3. Množstvo kondenzátu musí byť $M_c \leq 0,5 \text{ kg/(m}^2 \cdot \text{a)}$

Vypočítané hodnoty: V konštrukcii dochádza pri exteriérovej výpočtovej teplote ku kondenzácii.
Ročné množstvo zskondenzovanej vodnej pary $M_c = 7,681 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{a}$
Ročné množstvo vypariteľnej vodnej pary $M_{ev} = 1,160 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{a}$

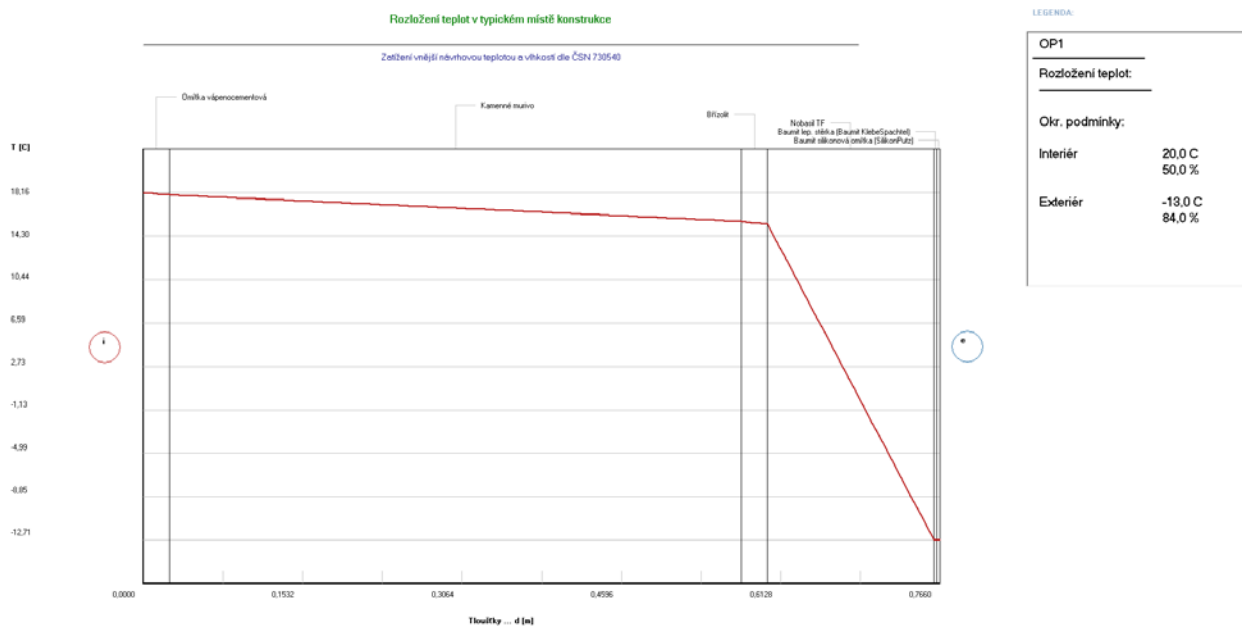
Vyhodnotenie: 1. POŽIADAVKA ... Kondenzácia môže ohroziť funkciu konštrukcie.

$M_c > M_{ev}$... 2. POŽIADAVKA NIE JE SPLNENÁ

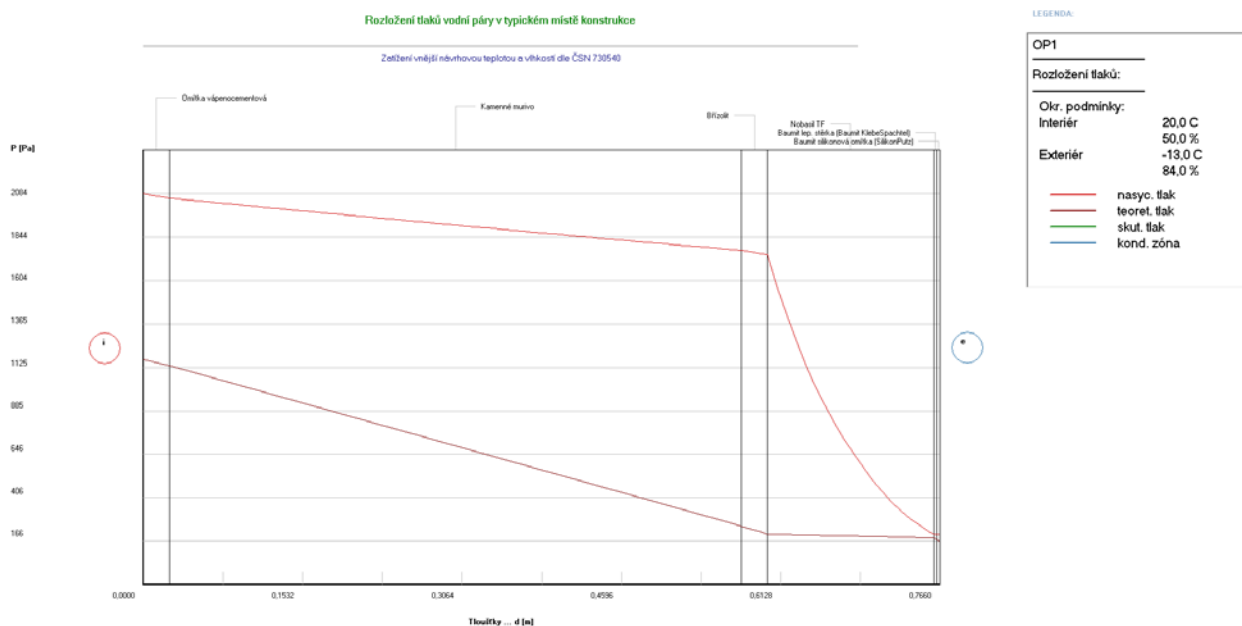
$M_c > 0,5 \text{ kg/(m}^2 \cdot \text{a)}$... 3. POŽIADAVKA NIE JE SPLNENÁ.

A) OBVODOVÝ PLÁŠŤ č.1 – navrhovaný stav

Priebeh teplôt vo fragmente obvodového plášťa



Rozloženie tlakov vodných pár vo fragmente obvodového plášťa a vyznačenie kondenzačnej zóny



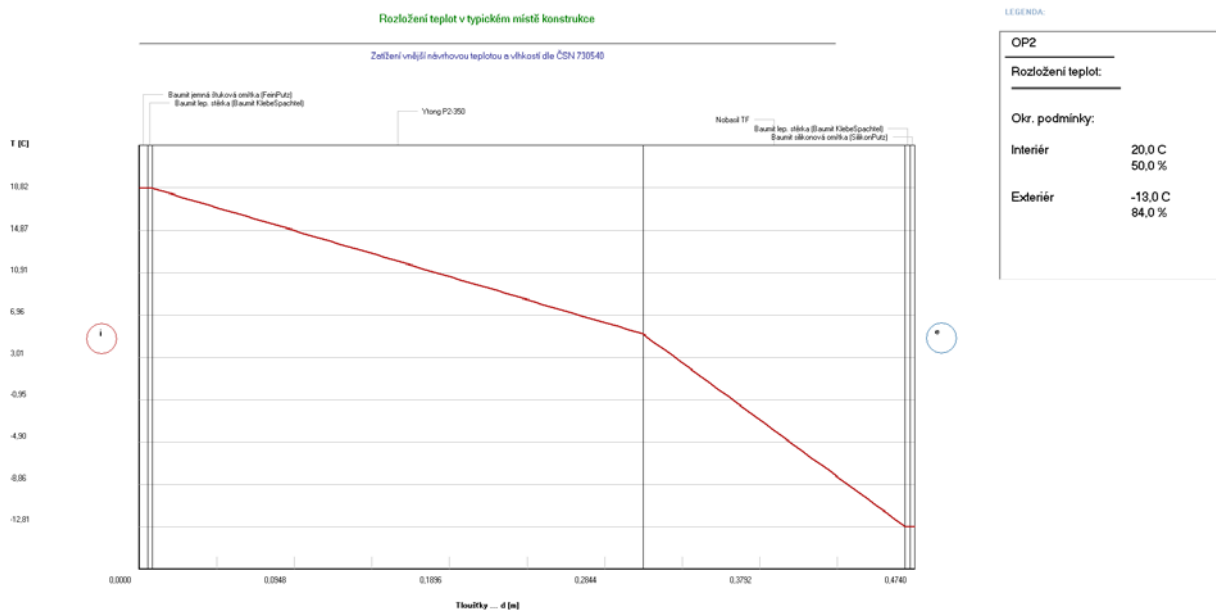
- Požiadavky:**
1. Skondenzovaná vodná para nesmie ohroziť funkciu konštrukcie.
 2. Ročná bilancia vodnej pary musí byť aktívna, tj. $M_c < M_{ev}$
 3. Množstvo kondenzátu musí byť $M_c \leq 0,5 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$

Vypočítané hodnoty: V konštrukcii nedochádza pri exteriérovej výpočtovej teplote ku kondenzácii

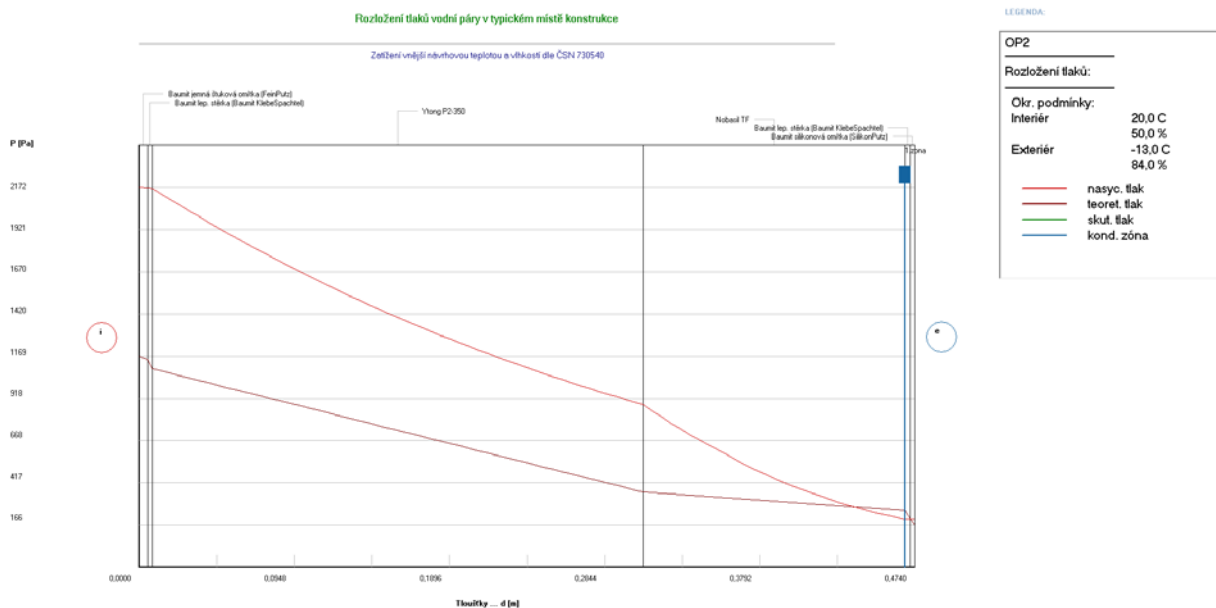
Vyhodnotenie: Požiadavky z hľadiska kondenzácie vodných pár sú splnené

A) OBVODOVÝ PLÁŠŤ č.2

Priebeh teplôt vo fragmente obvodového plášťa



Rozloženie tlakov vodných pár vo fragmente obvodového plášťa a vyznačenie kondenzačnej zóny



Požiadavky:

1. Skondenzovaná vodná para nesmie ohroziť funkciu konštrukcie.
2. Ročná bilancia vodnej pary musí byť aktívna, tj. $M_c < M_{ev}$
3. Množstvo kondenzátu musí byť $M_c \leq 0,5 \text{ kg/(m}^2 \cdot \text{a)}$

Vypočítané hodnoty:

V konštrukcii dochádza pri exteriérovej výpočtovej teplote ku kondenzácii.
 Ročné množstvo zskondenzovanej vodnej pary $M_c = 0,056 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{a}$
 Ročné množstvo vypariteľnej vodnej pary $M_{ev} = 7,459 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{a}$

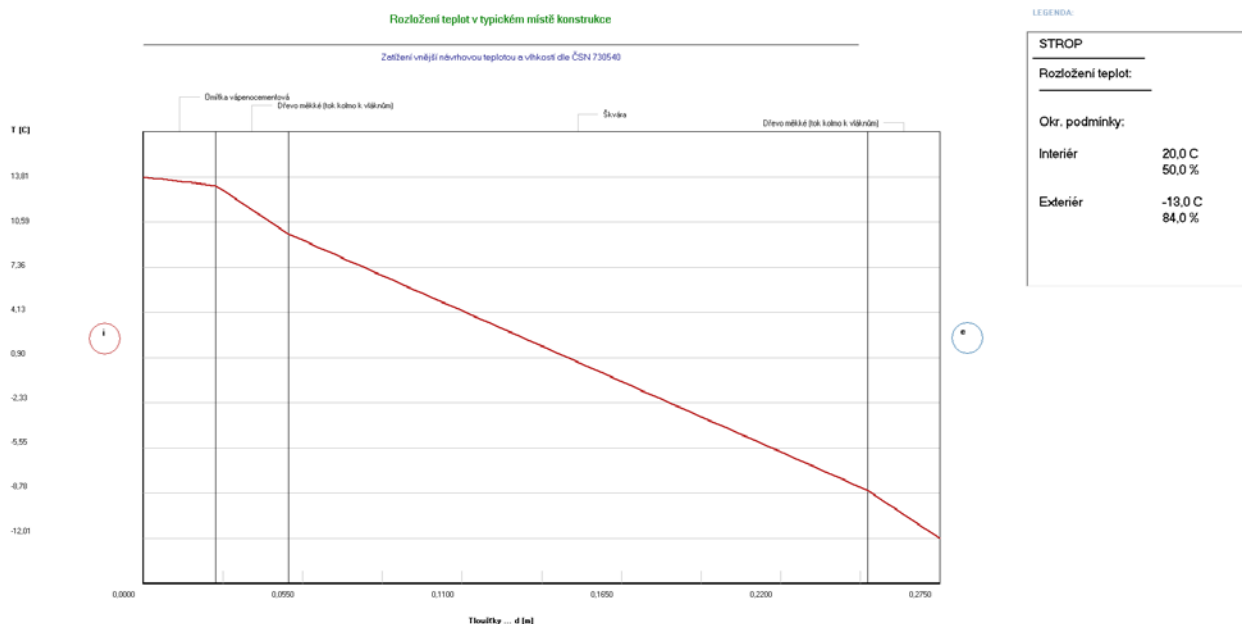
Vyhodnotenie: 1. POŽIADAVKA ... Kondenzácia neohroží funkciu konštrukcie.

$M_c < M_{ev}$... 2. POŽIADAVKA NIE JE SPLNENÁ

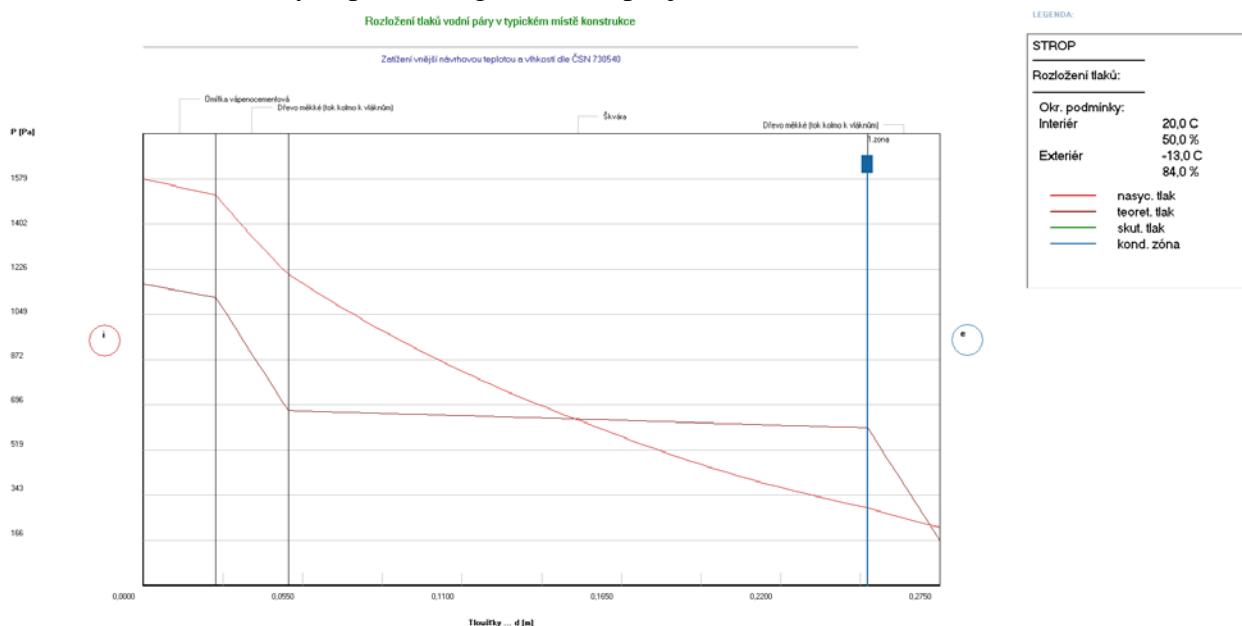
$M_c < 0,5 \text{ kg/(m}^2 \cdot \text{a)}$... 3. POŽIADAVKA NIE JE SPLNENÁ.

B) STROP POD POVALOU – pôvodný stav

Priebeh teplôt vo fragmente stropnej konštrukcie



Rozloženie tlakov vodných pár vo fragmente stropnej konštrukcie



Požiadavky:

1. Skondenzovaná vodná para nesmie ohroziť funkciu konštrukcie.
2. Ročná bilancia vodnej pary musí byť aktívna, tj. $M_c < M_{ev}$
3. Množstvo kondenzátu musí byť $M_c \leq 0,5 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$

Vypočítané hodnoty:

V konštrukcii dochádza pri exteriérovej výpočtovej teplote ku kondenzácii.
Ročné množstvo zskondenzovanej vodnej pary $M_c = 0,099 \text{ kg}/\text{m}^2 \cdot \text{a}$
Ročné množstvo vypariteľnej vodnej pary $M_{ev} = 0,868 \text{ kg}/\text{m}^2 \cdot \text{a}$

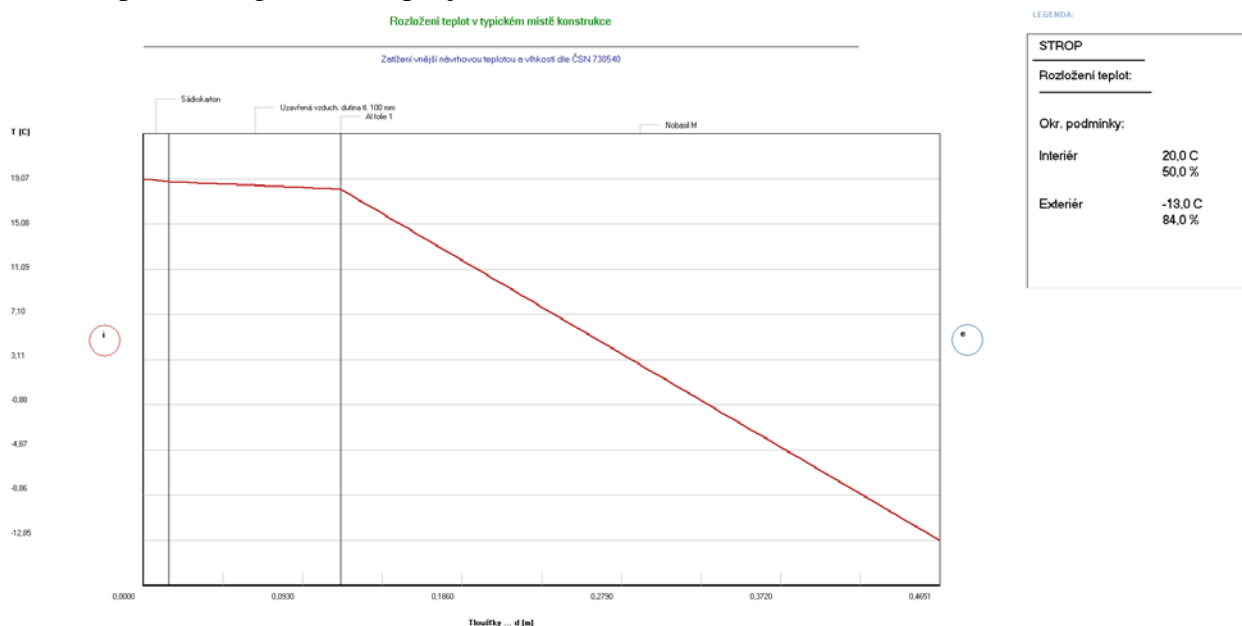
Vyhodnotenie: 1. POŽIADAVKA ... Kondenzácia môže ohroziť funkciu konštrukcie.

$M_c < M_{ev}$... 2. POŽIADAVKA JE SPLNENÁ

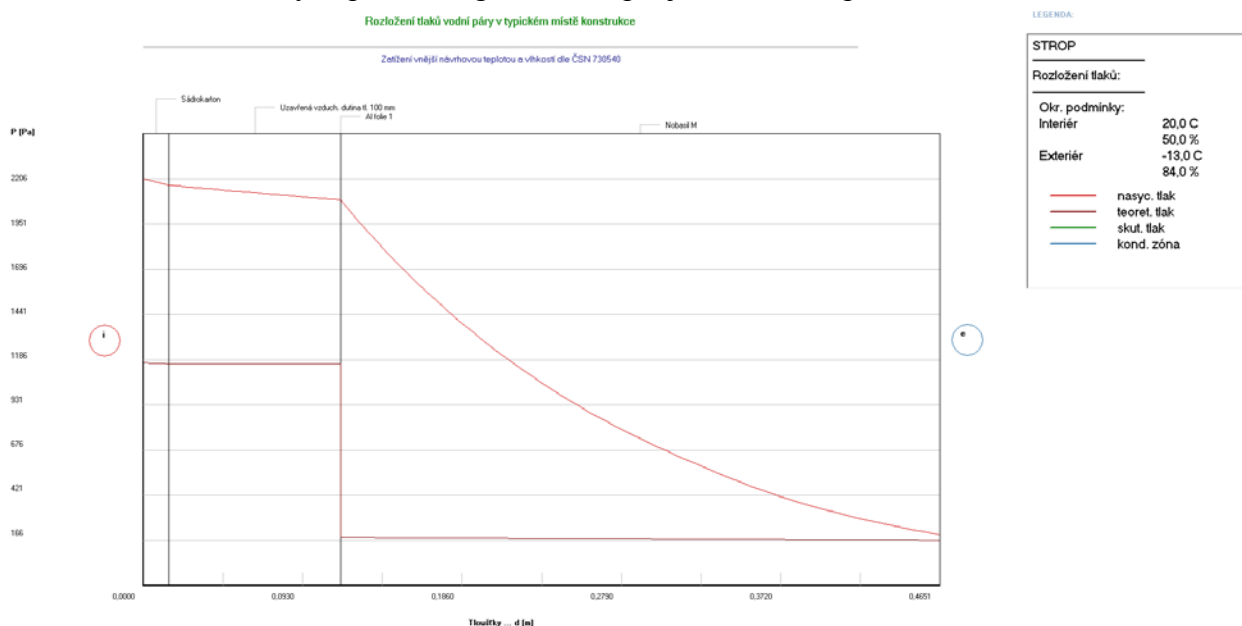
$M_c < 0,5 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$... 3. POŽIADAVKA JE SPLNENÁ.

B) STROP POD POVALOU – navrhovaný stav

Priebeh teplôt vo fragmente stropnej konštrukcie



Rozloženie tlakov vodných pár vo fragmente stropnej konštrukcie plášťa



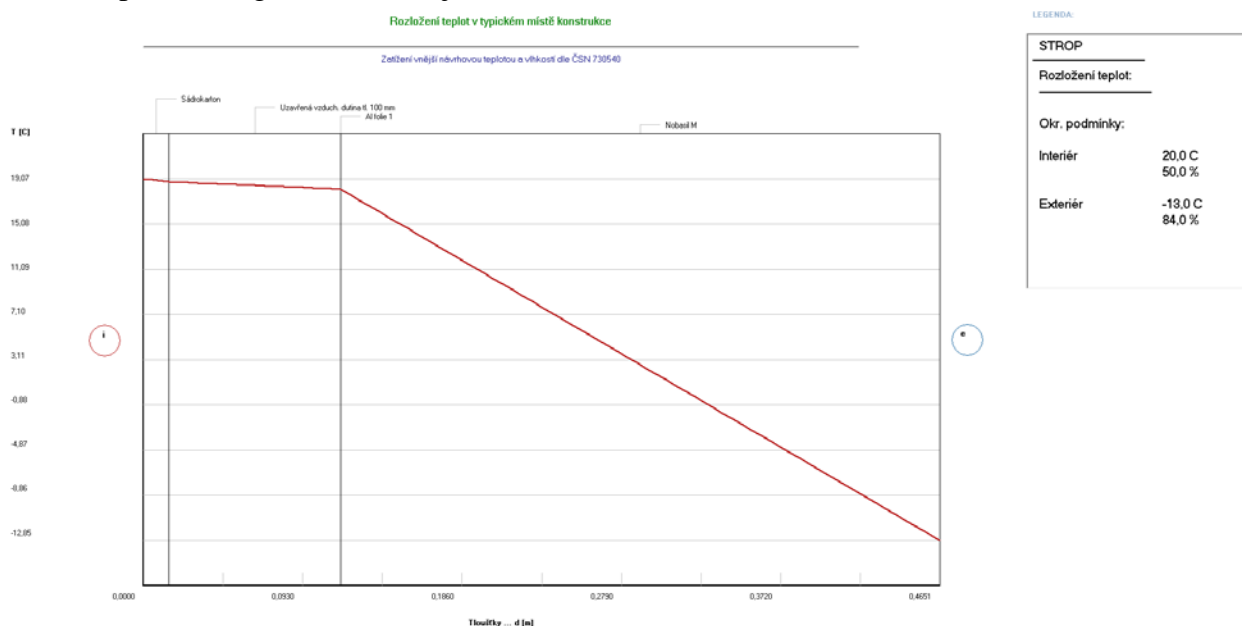
- Požiadavky:**
1. Skondenzovaná vodná para nesmie ohroziť funkciu konštrukcie.
 2. Ročná bilancia vodnej pary musí byť aktívna, tj. $G_k < G_v$, ($M_a, v_{ysl}=0$).
 3. Množstvo kondenzátu musí byť $G_k (M_a) < 0,1 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{rok}$.

Vypočítané hodnoty: V konštrukcii nedochádza pri exteriérovej výpočtovej teplote ku kondenzácii

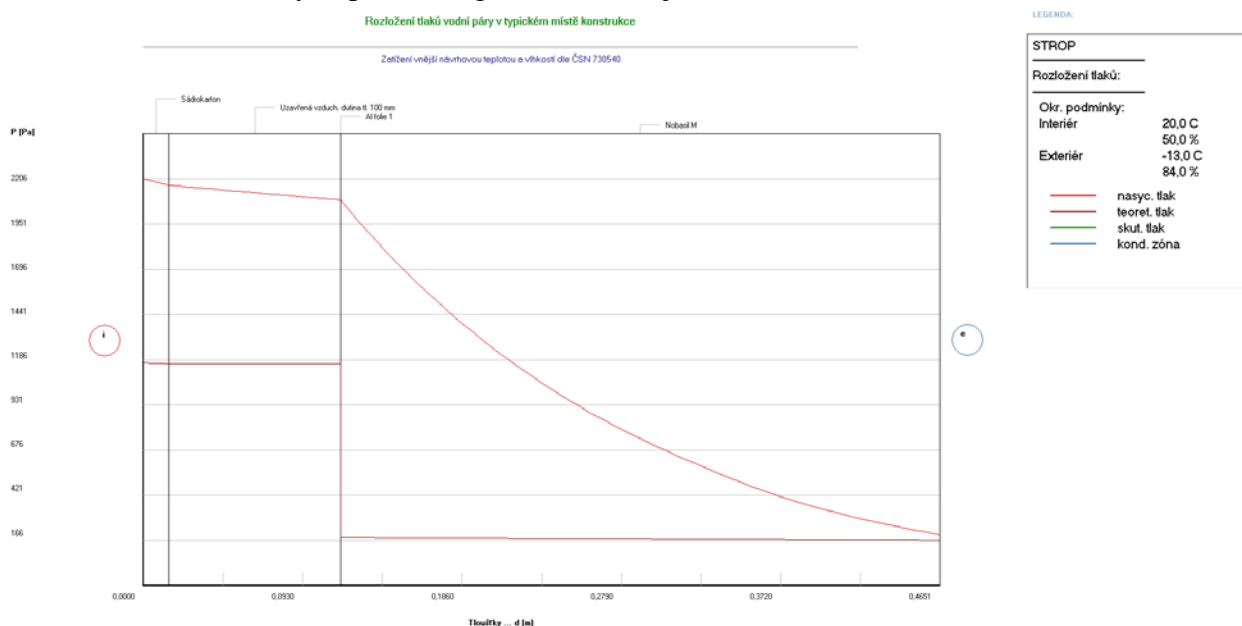
Vyhodnotenie: Požiadavky z hľadiska kondenzácie vodných pár sú splnené

B) STRECHA PRÍSTAVBY

Priebeh teplôt vo fragmente strešnej konštrukcie



Rozloženie tlakov vodných pár vo fragmente strešnej konštrukcie



- Požiadavky:**
1. Skondenzovaná vodná para nesmie ohroziť funkciu konštrukcie.
 2. Ročná bilancia vodnej pary musí byť aktívna, tj. $G_k < G_v$, ($M_a, v_{ysl} = 0$).
 3. Množstvo kondenzátu musí byť $G_k (M_a) < 0,1 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{rok}$.

Vypočítané hodnoty: V konštrukcii nedochádza pri exteriérovej výpočtovej teplote ku kondenzácii

Vyhodnotenie: Požiadavky z hľadiska kondenzácie vodných pár sú splnené

1.2. HYGIENICKÉ KRITÉRIUM

OKRAJOVÉ PODMIENKY

Výpočtové podmienky pre zimné obdobie

Vonkajšia výpočtová teplota vzduchu v zimnom období sa určí pre miesto budovy v závislosti od zemepisnej polohy podľa mapy teplotných oblastí a v závislosti na nadmorskej výške

$$\text{Vojka} - 2. \text{ teplotná oblasť, } 110 \text{ m.n.m} \Rightarrow \Theta_e = -13 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Výpočtová relatívna vlhkosť vonkajšieho vzduchu sa určuje pre teplotu vonkajšieho vzduchu vyššie vypočítanú z tabuľky 4 STN 73 0540-3

$$\varphi_e = 84 \%$$

Výpočtová teplota vnútorného vzduchu

$$\Theta_i = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Relatívna vlhkosť vnútorného vzduchu

$$\varphi_i = 50 \%$$

Bezpečnostná prirážka pre vykurovanie prerušované

$$\Delta \Theta_{si} = 1,0 \text{ K}$$

MINIMÁLNA TEPLOTA VNÚTORNÉHO POVRCHU

Steny, stropy a podlahy s relatívnou vlhkosťou $\varphi_i \leq 80 \%$ musia mať na každom mieste vnútorného povrchu teplotu " Θ_{si} " bezpečne vyššiu ako je kritická povrchová teplota na vznik plesní „ $\Theta_{si, 80}$ “.

$$\Theta_{si} \geq \Theta_{s,N} = \Theta_{si, 80} + \Delta \Theta_{si} \text{ } [^{\circ}\text{C}]$$

- minimálna vnútorná povrchová teplota musí byť vyššia ako teplota rosného bodu, pre vylúčenie povrchovej kondenzácie

teplota rosného bodu

$$\Theta_{dp} = +9,26 \text{ }^{\circ}\text{C} \text{ pre } \varphi_i = 50 \% \text{ a } \Theta_i = +20 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

- minimálna vnútorná povrchová teplota musí byť vyššia ako kritická povrchová teplota na vznik plesní zodpovedajúca 80 % relatívnej vlhkosti vzduchu v tesnej blízkosti povrchu stavebnej konštrukcie - teplota pre vylúčenie rizika vzniku plesní

teplota pre riziko vzniku plesní

$$\Theta_{si, 80} = +12,6 \text{ }^{\circ}\text{C} \text{ pre } \varphi_i = 50 \% \text{ a } \Theta_i = +20 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

bezpečnostná prirážka $\Delta \Theta_{si} = 1,0 \text{ K}$ pre vykurovanie prerušované

$$\Theta_{si} \geq \Theta_{s,N} = \Theta_{si, 80} + \Delta \Theta_{si} \text{ } [^{\circ}\text{C}]$$

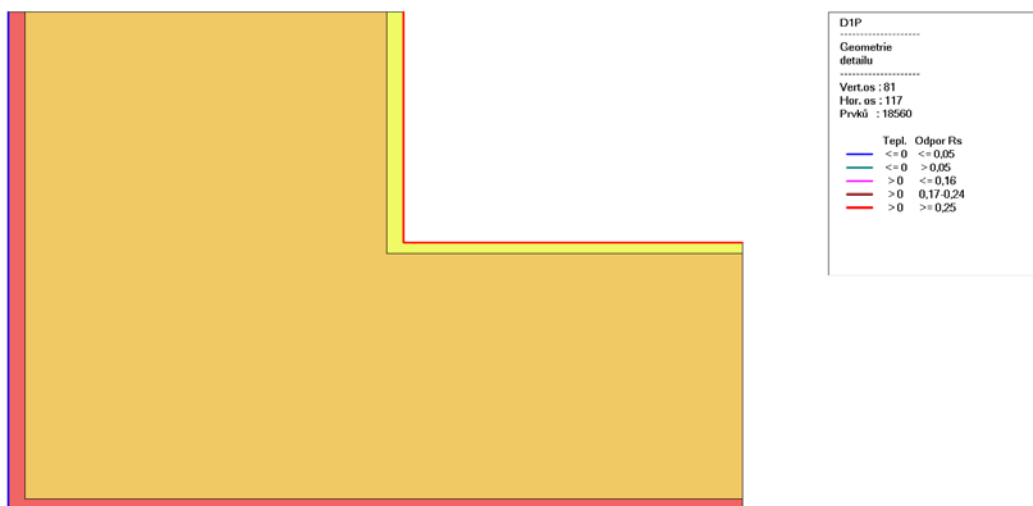
$$\Theta_{si} \geq 13,6 \text{ } [^{\circ}\text{C}]$$

POSÚDENIE KRITICKÝCH DETAILOV Z HĽADISKA MINIMÁLNEJ TEPLOTY NA VNÚTORNOM POVRCHU

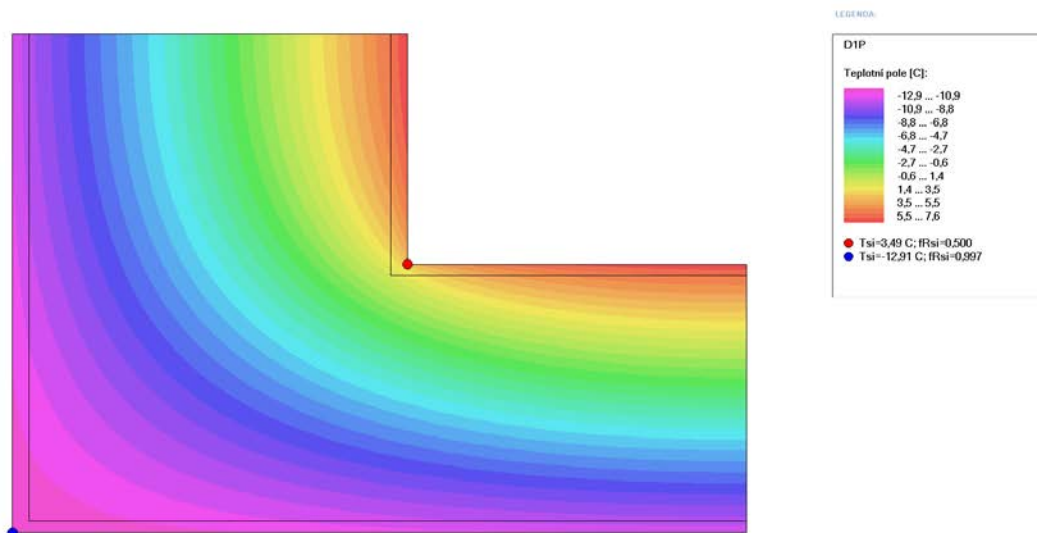
Pozn: Materiálové zloženie jednotlivých detailov – vid'. projektová dokumentácia.

Detail č. 1 - Nárožie obvodového plášťa – pôvodný stav

Geometria detailu



Termovízia detailu



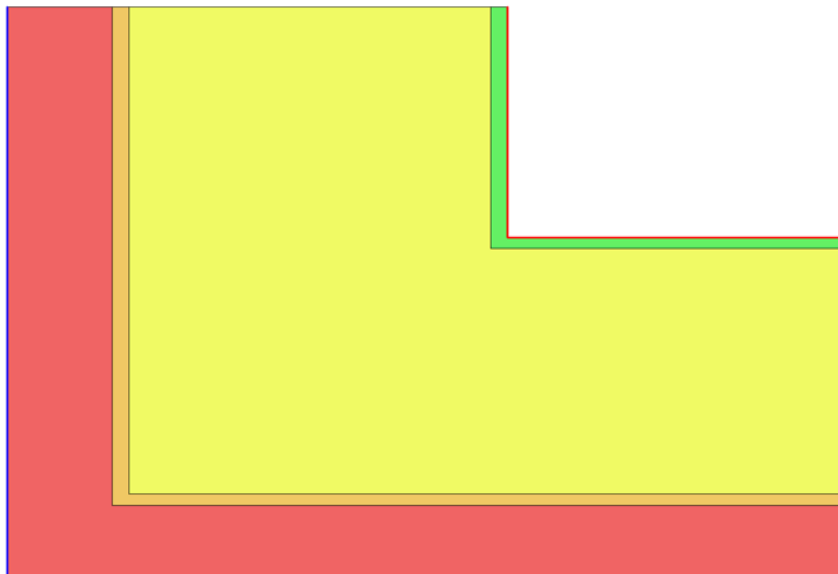
$$\Theta_{si} \geq \Theta_{s,N}$$

3,5 < 13,6 [°C] (vnútorný stenový kút)

NEVYHOVUJE

Detail č. 1 - Nárožie obvodového plášťa – navrhovaný stav

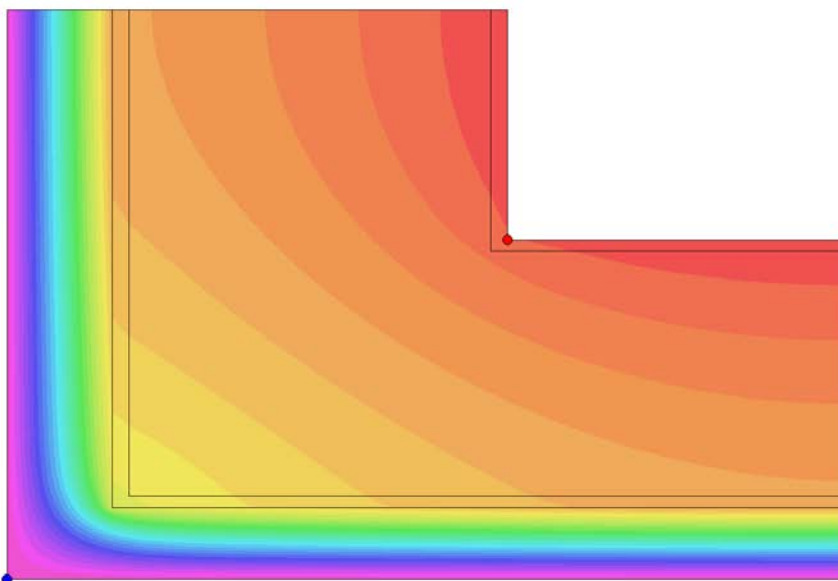
Geometria detailu



LEGENDA:

D1N	
Geometrie detailu	
Vert.os : 117	
Hor.os : 117	
Prvků : 26912	
Tepl.	Odpor R[s]
<= 0	<= 0,05
<= 0	> 0,05
> 0	<= 0,16
> 0	0,17-0,24
> 0	>= 0,25

Termovízia detailu



LEGENDA:

D1N	
Teplotní pole [C]:	
-13,0 ... -10,0	
-10,0 ... -7,0	
-7,0 ... -4,1	
-4,1 ... -1,1	
-1,1 ... 1,9	
1,9 ... 4,9	
4,9 ... 7,9	
7,9 ... 10,8	
10,8 ... 13,8	
13,8 ... 16,8	
● Tsi=15,57 C; fRsi=0,866	
● Tsi=13,00 C; fRsi=1,000	

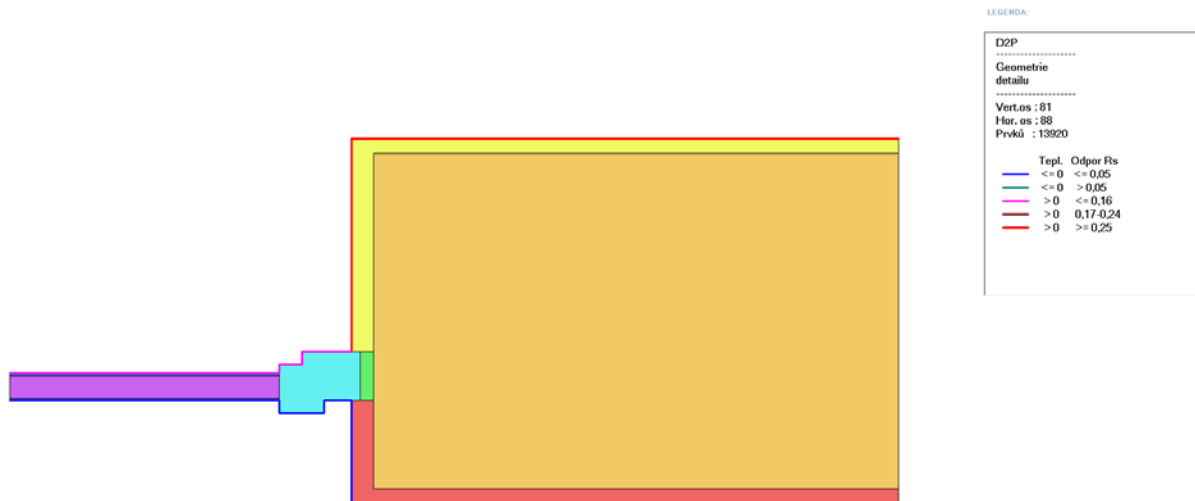
$$\Theta_{si} \geq \Theta_{s,N}$$

$$15,6 > 13,6 \text{ [}^{\circ}\text{C]} \text{ (vnútorný stenový kút)}$$

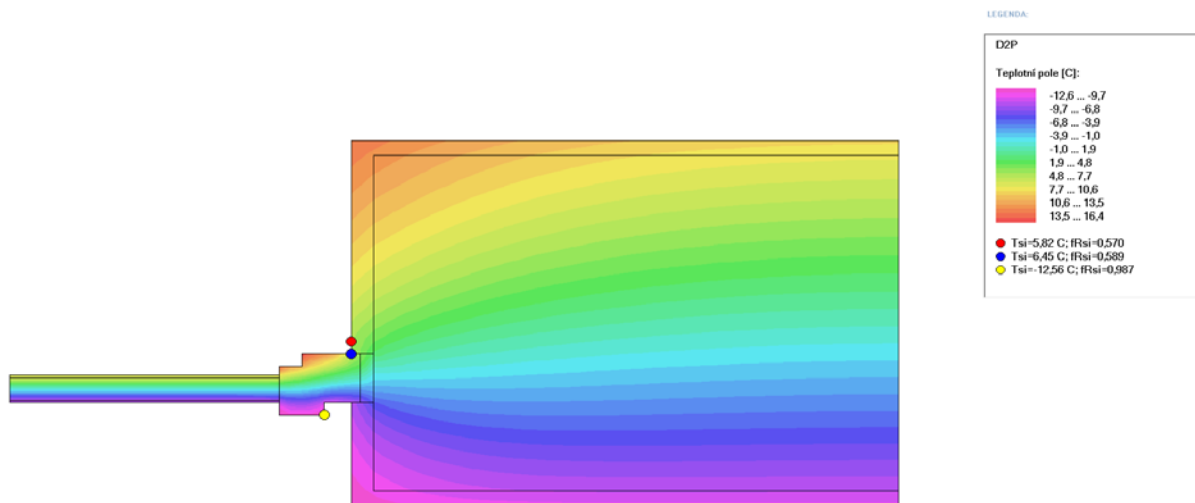
VYHOVUJE

Detail č. 2 – Okenné ostenie – jestvujúci stav

Geometria detailu



Termovízia detailu



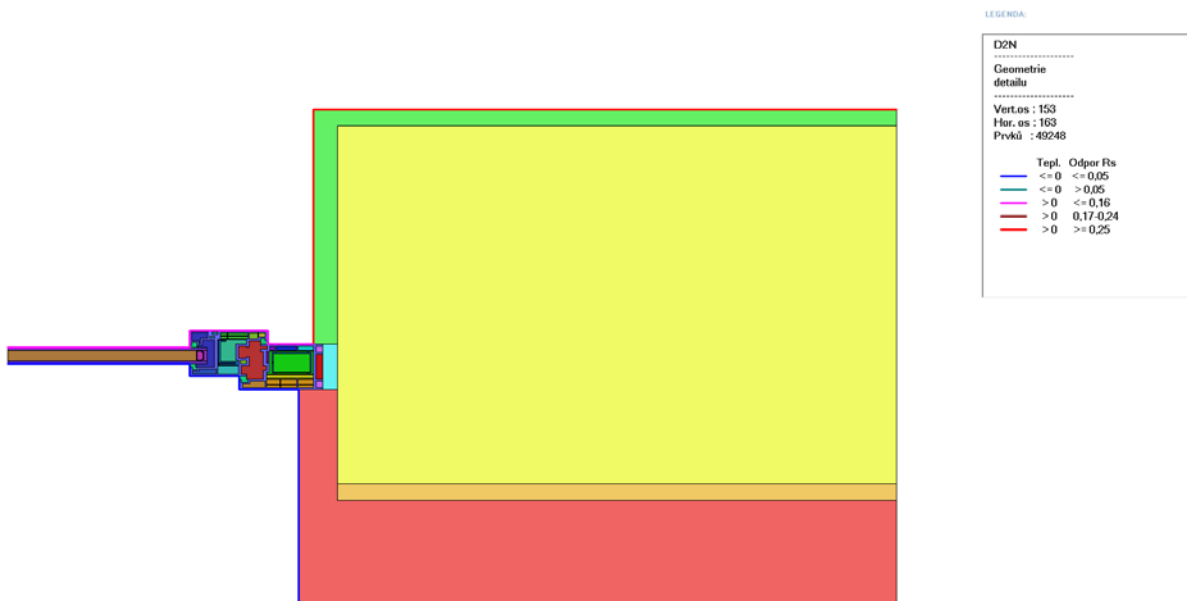
$$\Theta_{si} \geq \Theta_{s,N}$$

6,5 < 13,6 [°C] (okenné ostenie)

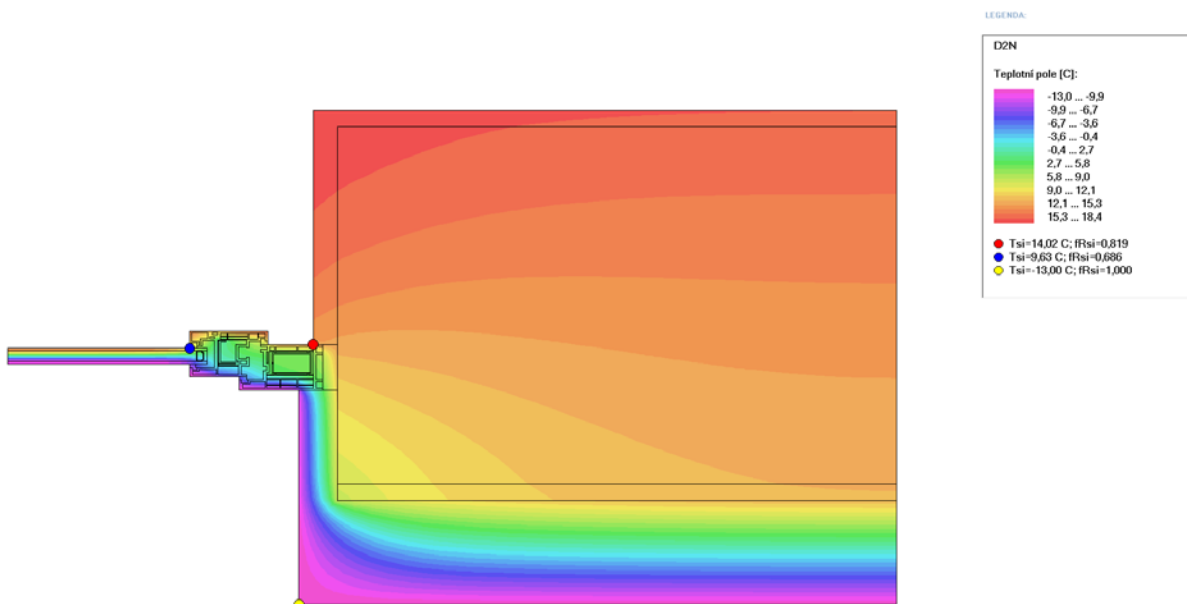
NEVYHOVUJE

Detail č. 2 – Okenné ostenie – navrhovaný stav

Geometria detailu



Termovízia detailu



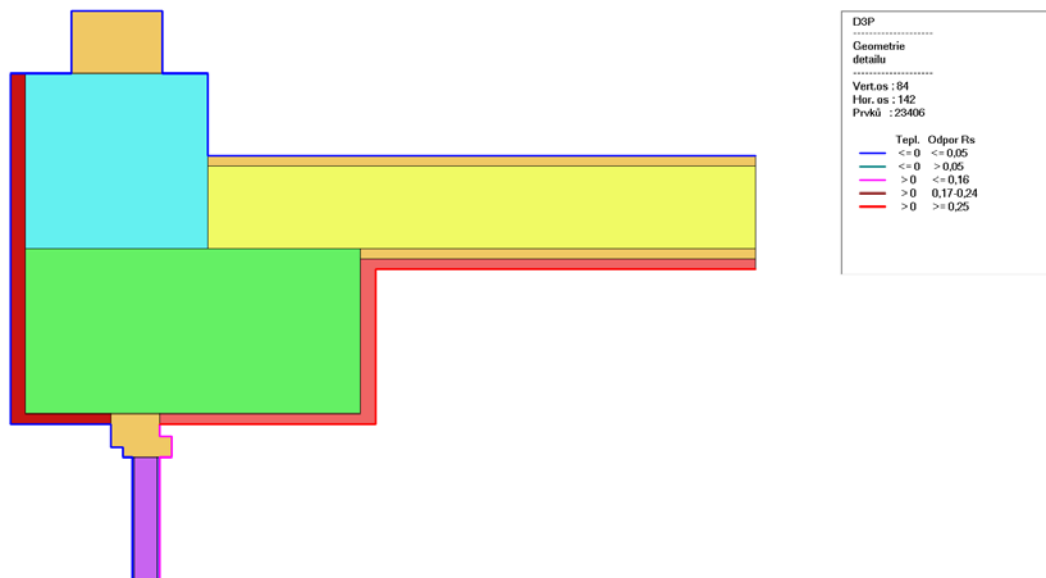
$$\Theta_{si} \geq \Theta_{s,N}$$

$$14,0 > 13,6 \text{ [}^{\circ}\text{C]} \text{ (okenné ostenie)}$$

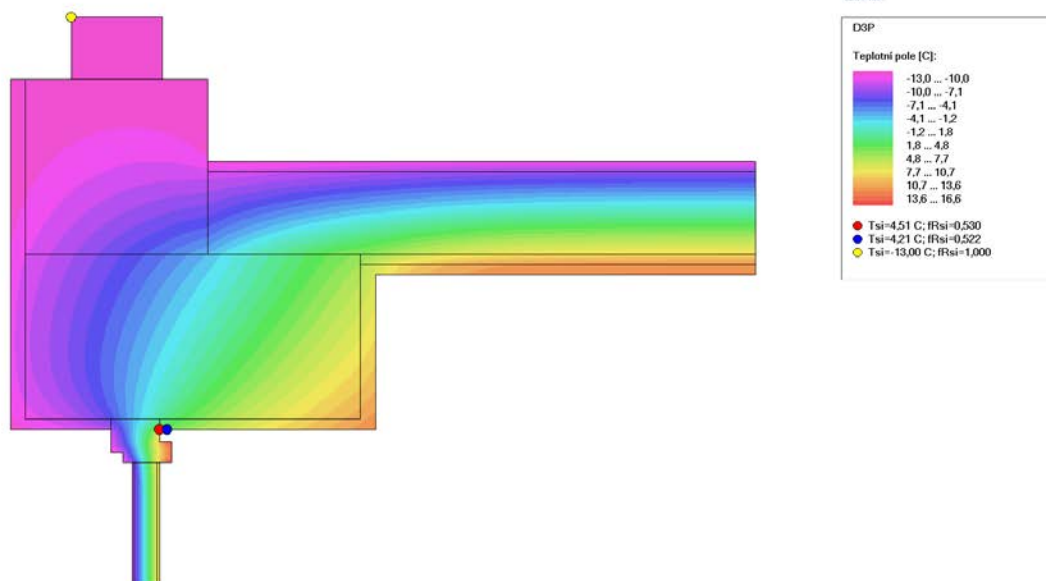
VYHOVUJE

Detail č. 3 – Styk obvodového plášťa a stropu pod povalou - pôvodný stav

Geometria detailu



Termovízia detailu

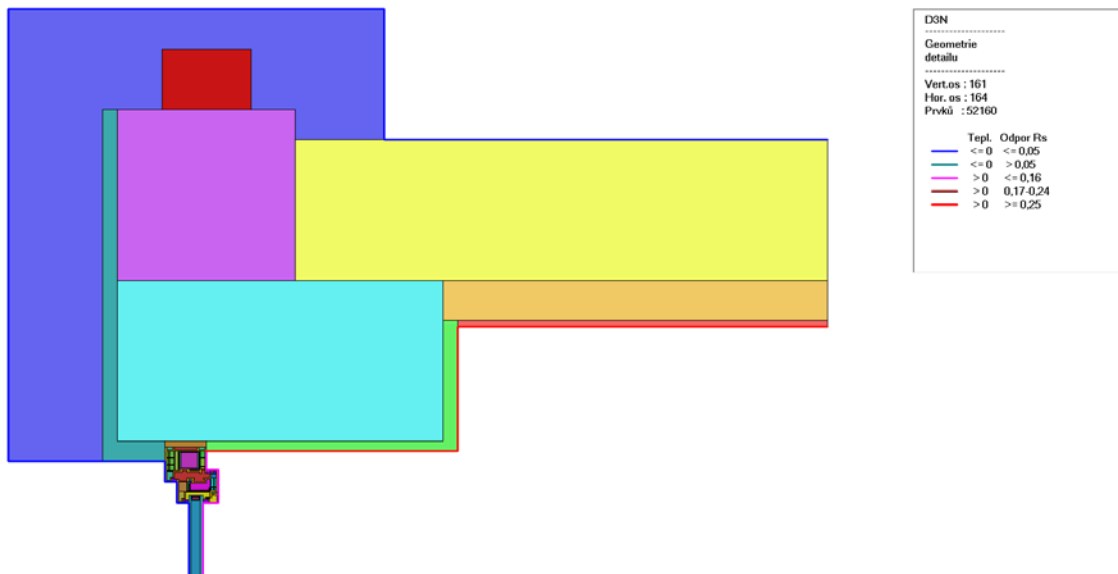


$\Theta_{si} \geq \Theta_{s,N}$
8,0 < 13,6 [°C] (stropný kút)
4,5 < 13,6 [°C] (okenné nadpražie)

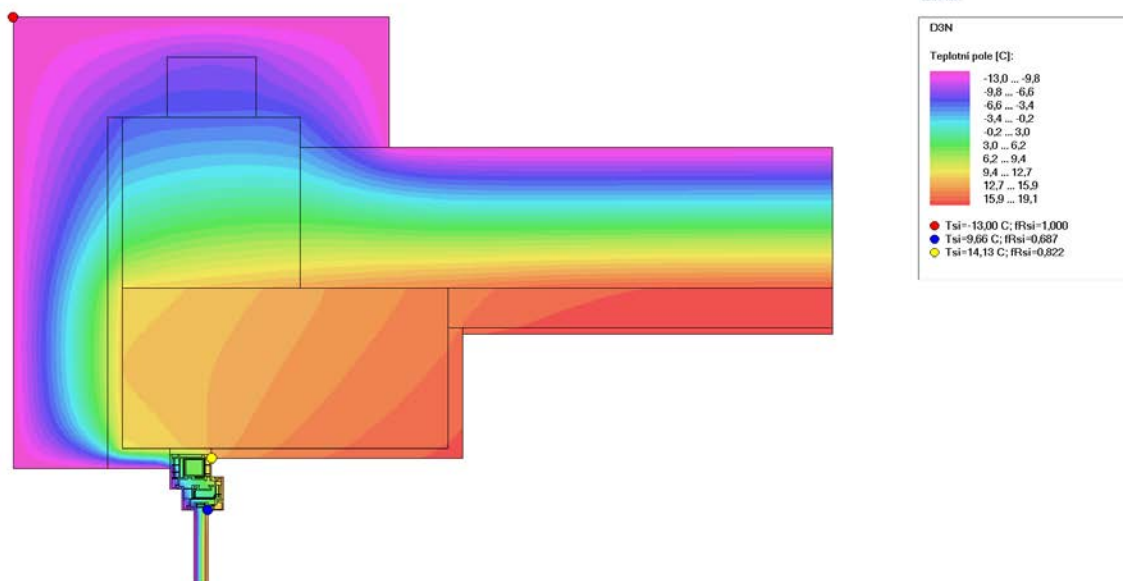
NEVYHOVUJE

Detail č. 3 – Styk obvodového plášt'a a stropu pod povalou - navrhovaný stav

Geometria detailu



Termovízia detailu



$$\Theta_{si} \geq \Theta_{s,iN}$$

$17,1 > 13,6$ [°C] (stropný kút)

$14,1 \geq 13,6$ [°C] (okenné nadpražie)

VYHOVUJE

1.3. KRITÉRIUM VÝMENY VZDUCHU

Priemerná výmena vzduchu v miestnosti "n" vyjadruje množstvo vzduchu, ktoré je z daného objemu miestnosti vymenené za hodinu. Toto kritériu vyhovuje, ak sa škárovou prievzdušnosťou stykov a škár výplní otvorov (prirodzenou infiltráciou) splní podmienka

$$n \geq n_N$$

kde: n_N – požadovaná priemerná výmena vzduchu (1/h), vyplýva z požiadaviek na nízku spotrebu energie pri vetraní, avšak prioritnou požiadavku je hygienická požiadavka, preto nasledovné minimálne hodnoty musia byť vždy dodržané

$n_N = 0,5 \text{ 1/h}$ – minimálna hodnota pre budovy s trvalým pobytom osôb

P. č.	Druh výplňovej konštrukcie	Rozmer [m]	Dĺžka škár [m]	Počet [ks]	Súčiniteľ škárovej prievzdušnosti $I_{LV} \cdot 10^{-4} [\text{m}^3/(\text{s} \cdot \text{m} \cdot \text{Pa}^{2/3})]$
1.	Okná č. 1	2,0 x 1,5	9,02	4	1,0
2.	Okná č. 2	1,0 x 1,5	4,44	2	1,0
3.	Okná č. 3	1,5 x 0,6	3,64	2	1,0
4.	Okná č. 4	0,9 x 0,6	2,44	2	1,0
5.	Okná č. 5	0,6 x 0,6	1,84	7	1,0
6.	Okná č. 6	0,6 x 0,6	1,84	1	1,4
7.	Vonkajšie vstupné dvere č.1	1,6 x 2,35	9,65	1	1,0
8.	Vonkajšie vstupné dvere č.2	1,0 x 2,35	6,2	1	1,0
9.	Vonkajšie vstupné dvere č.3	1,3 x 2,10	8,4	1	2,0
10.	Vonkajšie vstupné dvere č.4	0,9 x 2,10	5,6	1	2,0
11.	Vonkajšie vráta	2,5 x 2,20	9,4	1	2,0

$$n = 25\,200 * ((\sum i_{lv} * l)/V_b) \quad [1/h]$$

$$n = 0,220 \text{ [1/h]}$$

$$0,220 < 0,5 \text{ [1/h]}$$

NEVYHOVUJE

Keďže minimálnu požiadavku výmeny vzduchu v budove nie je možné splniť na základe škárovej prievzdušnosti výplní okenných a dverných otvorov, je potrebné dbať na pravidelné vetranie miestností.

1. 4. ENERGETICKÉ KRITÉRIUM

Budovy spĺňajú energetické kritérium, ak majú v závislosti od faktora tvaru budovy mernú potrebu tepla

$$Q_{H,nd,1} \leq Q_{H,nd,r1,1} \quad \text{alebo} \quad Q_{H,nd,2} \leq Q_{H,nd,r1,2}$$

kde: $Q_{H,nd,r1,1}$ resp. $Q_{H,nd,r1,2}$ je normalizovaná hodnota mernej potreby tepla v KWh/[m².a]
resp. KWh/[m³.a]

$Q_{H,nd,1}$ resp. $Q_{H,nd,2}$ je vypočítaná hodnota mernej potreby tepla v KWh/[m².a]
resp. KWh/[m³.a]

JESTVUJÚCI STAV

Vstupné údaje a okrajové podmienky	
Obostavaný objem budovy – V _b	1099,140 m ³
Merná plocha budovy – A _b	314,040 m ²
Počet vykurovaných podlaží	1
Priem. konštrukčná výška vykurovaných podlaží – h _{k,pr}	3,35 m
Faktor tvaru budovy	0,917
Požadovaná teplota vnútorného vzduchu – Q _i	20 °C
Priemerná vonkajšia teplota počas vykurovacieho obdobia – Q _e	3,9 °C
Počet vykurovacích dní	212
Počet dennostupňov	3 422 K.deň

Vlastnosti jednotlivých obalových konštrukcií budovy

Konštrukcia	U (W/m ² K)	A (m ²)	Bxi	U*A*Bxi (W/K)
Obvodový plášť	1,83	345,265	1,000	631,835
Strop pod povalou	0,83	314,040	0,800	208,523
Podlaha na teréne	0,55	314,040	1,000	172,722
Okná č. 1	2,90	9,000	1,000	26,100
Okná č. 2	2,90	2,130	1,000	6,177
Okná č. 3	2,90	3,000	1,000	8,700
Okná č. 4	2,90	1,800	1,000	5,220
Vonkajšie dvere č.1	2,30	3,150	1,000	7,245
Vonkajšie dvere č.2	2,30	5,460	1,000	12,558
Vonkajšie dvere č.3	2,30	2,205	1,000	5,072
Vonkajšie dvere č.4	2,30	1,890	1,000	4,347
Vonkajšie vráta	4,00	5,500	1,000	22,000
Celkom	1,20	1007,480	x	1110,498

Merné tepelné straty budovy			
1. Vplyvom tepelných mostov	$\Delta HTM = \Delta u * \sum A_i$, kde $\Delta u = 0,1$	[W/K]	100,748
2. Prechodom tepla	$H_t = \sum U_i * A_i * B_{xi} + \Delta u * \sum A_i$	[W/K]	1211,246
3. Strata vetraním (n = 0,5)	$H_v = 0,33 * n * 0,8 * V_b$	[W/K]	145,086
Merná tepelná strata budovy	$H = H_t + H_v$	[W/K]	1356,332

Popis	I.	II.	III.	IV.	X.	XI.	XII.
Dĺžka výpočtového obdobia v dňoch	31	28	31	30	31	30	31
Počet hodín trvania výpoč. obdobia - t	744	672	744	720	744	720	744
Priemerná vonkajšia teplota – θ_e [°C]	-1,8	0,4	4,6	9,9	9,8	4,3	-0,3
Požadovaná vnútorná teplota – θ_i [°C]	20	20	20	20	20	20	20
Tepelná strata $Q_L = H(\theta_i - \theta_e)t$ [kWh]	21998,62	17864,52	15540,31	9863,25	10292,93	15331,98	20484,95
Interné tepelné zisky – Q_i [kWh]	1401,87	1266,21	1401,87	1356,65	1401,87	1356,65	1401,87
Celková energia solárneho žiarenia I_{si} [kWh/m ²]							
..... Východ	14,9	24,5	42,0	59,1	32,2	15,4	11,8
Solárne tepelné zisky V – Q_s [kWh]	26,954	44,321	75,978	106,912	58,250	27,859	21,346
..... Západ	14,9	24,5	42,0	59,1	32,2	15,4	11,8
Solárne tepelné zisky Z - Q_s [kWh]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
..... Sever	9,1	13,8	20,1	27,2	14,5	8,4	6,8
Solárne tepelné zisky S - Q_s [kWh]	4,94	7,49	10,91	14,76	7,87	4,56	3,69
..... Juh	30,2	43,6	61,2	66,3	57,2	33,1	28,4
Solárne tepelné zisky J - Q_s [kWh]	74,03	106,87	150,01	162,51	140,21	81,13	69,61
Spolu solárne tepelné zisky - Q_s [kWh]	105,92	158,68	236,90	284,19	206,33	113,55	94,65
Pomer tepelných ziskov a strát - γ	0,07	0,08	0,11	0,17	0,16	0,10	0,07
Časová konštanta budovy - τ [hod.]	10,61	10,61	10,61	10,61	10,61	10,61	10,61
Faktor využitia tepelných ziskov - η	0,990	0,988	0,979	0,959	0,963	0,982	0,990
Potreba tepla na vykurovanie $Q_H = Q_L - \eta(Q_i + Q_s)$ [kWh]	20505,80	16457,21	13935,28	8289,05	8744,26	13887,77	19003,29
Ročná potreba tepla na vykurovanie Q_H [kWh/a]							100822,66

POSÚDENIE MERNEJ POTREBY TEPLA NA VYKUROVANIE

Merná potreba tepla na vykurovanie $Q_{H,nd,1}$ [kWh/m ² . a]	321,05		
Normaliz. hodnota potreby tepla na vykurovanie $Q_{H,nd,r1,1}$ [kWh/m ² . a]	47,05	$Q_{H,nd,1} > Q_{H,nd,r1,1}$	NEVYHOVUJE

NAVRHOVANÝ STAV

Vstupné údaje a okrajové podmienky	
Obostavaný objem budovy – V_b	1547,454 m ³
Merná plocha budovy – A_b	435,300 m ²
Počet vykurovaných podlaží	1
Priem. konštrukčná výška vykurovaných podlaží – $h_{k,pr}$	3,40 m
Faktor tvaru budovy	0,812
Požadovaná teplota vnútorného vzduchu – Q_i	20 °C
Priemerná vonkajšia teplota počas vykurovacieho obdobia – Q_e	3,9 °C
Počet vykurovacích dní	212
Počet dennostupňov	3 422 K.deň

Vlastnosti jednotlivých obalových konštrukcií budovy

Konštrukcia	U (W/m ² K)	A (m ²)	Bxi	U*A*Bxi (W/K)
Obvodový plášť č.1	0,22	286,193	1,000	62,962
Obvodový plášť č.2	0,14	62,688	1,000	8,776
Strop pod povalou	0,12	326,273	0,800	31,322
Strecha prístavby	0,12	109,254	1,000	13,110
Podlaha na teréne č.1	0,35	326,273	1,000	114,196
Podlaha na teréne č.2	0,19	109,028	1,000	20,715
Okná č. 1	0,96	12,000	1,000	11,520
Okná č. 2	0,98	3,000	1,000	2,940
Okná č. 3	1,11	1,800	1,000	1,998
Okná č. 4	1,16	1,080	1,000	1,253
Okná č. 5	1,23	2,520	1,000	3,100
Okná č. 6	2,90	0,360	1,000	1,044
Vonkajšie dvere č.1	1,00	3,760	1,000	3,760
Vonkajšie dvere č.2	1,00	2,350	1,000	2,350
Vonkajšie dvere č.3	2,30	2,730	1,000	6,279
Vonkajšie dvere č.4	2,30	1,890	1,000	4,347
Vonkajšie vráta	4,00	5,500	1,000	22,000
Celkom	0,30	1256,699	x	311,673

Merné tepelné straty budovy			
1. Vplyvom tepelných mostov	$\Delta HTM = \Delta u * \sum A_i$, kde $\Delta u = 0,05$	[W/K]	62,835
2. Prechodom tepla	$H_t = \sum U_i * A_i * B_{xi} + \Delta u * \sum A_i$	[W/K]	374,508
3. Strata vetraním (n = 0,5)	$H_v = 0,33 * n * 0,8 * V_b$	[W/K]	204,264
Merná tepelná strata budovy	$H = H_t + H_v$	[W/K]	578,772

Popis	I.	II.	III.	IV.	X.	XI.	XII.
Dĺžka výpočtového obdobia v dňoch	31	28	31	30	31	30	31
Počet hodín trvania výpoč. obdobia - t	744	672	744	720	744	720	744
Priemerná vonkajšia teplota – θ_e [°C]	-1,8	0,4	4,6	9,9	9,8	4,3	-0,3
Požadovaná vnútorná teplota – θ_i [°C]	20	20	20	20	20	20	20
Tepelná strata $Q_L = H(\theta_i - \theta_e)t$ [kWh]	9387,22	7623,12	6631,34	4208,83	4392,18	6542,44	8741,31
Interné tepelné zisky – Q_i [kWh]	1943,18	1755,13	1943,18	1880,50	1943,18	1880,50	1943,18
Celková energia solárneho žiarenia Is_i [kWh/m ²]							
..... Východ	14,9	24,5	42,0	59,1	32,2	15,4	11,8
Solárne tepelné zisky V – Q_s [kWh]	20,115	33,075	56,700	79,785	43,470	20,790	15,930
..... Západ	14,9	24,5	42,0	59,1	32,2	15,4	11,8
Solárne tepelné zisky Z - Q_s [kWh]	2,41	3,97	6,80	9,57	5,22	2,49	1,91
..... Sever	9,1	13,8	20,1	27,2	14,5	8,4	6,8
Solárne tepelné zisky S - Q_s [kWh]	8,85	13,41	19,54	26,44	14,09	8,16	6,61
..... Juh	30,2	43,6	61,2	66,3	57,2	33,1	28,4
Solárne tepelné zisky J - Q_s [kWh]	66,05	95,35	133,84	145,00	125,10	72,39	62,11
Spolu solárne tepelné zisky - Q_s [kWh]	97,42	145,81	216,89	260,80	187,88	103,84	86,56
Pomer tepelných ziskov a strát - γ	0,22	0,25	0,33	0,51	0,49	0,30	0,23
Časová konštanta budovy - τ [hod.]	34,47	34,47	34,47	34,47	34,47	34,47	34,47
Faktor využitia tepelných ziskov - η	0,995	0,992	0,983	0,944	0,949	0,987	0,994
Potreba tepla na vykurovanie $Q_H = Q_L - \eta(Q_i + Q_s)$ [kWh]	7357,43	5736,96	4508,97	2188,08	2369,55	4584,45	6723,86
Ročná potreba tepla na vykurovanie Q_H [kWh/a]							33469,29

POSÚDENIE MERNEJ POTREBY TEPLA NA VYKUROVANIE

Merná potreba tepla na vykurovanie $Q_{H,nd,1}$ [kWh/m ² . a]	76,89		
Normaliz. hodnota potreby tepla na vykurovanie $Q_{H,nd,r1,1}$ [kWh/m ² . a]	43,28	$Q_{H,nd,1} > Q_{H,nd,r1,1}$	NEVYHOVUJE
Maximálna hodnota potreby tepla na vykurovanie $Q_{H,nd,max}$ [kWh/m ² . a]	113,92	$Q_{H,nd,1} < Q_{H,nd,r1,1}$	VYHOVUJE

Záver:

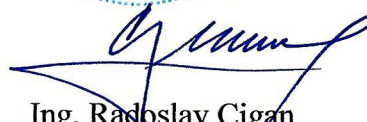
Na základe vyššie uvedených výpočtov a posúdení možno konštatovať, že budova v navrhovanom stave „nevyhovuje“ požiadavke energetického kritéria podľa STN 73 0540-2: 2012/Z1: 2016. Uvedené požiadavky podľa STN 730540-2 platia pre nové budovy. Pre obnovované budovy platia za predpokladu, že ich splnenie je funkčne, technicky a ekonomicky uskutočniteľné. Keďže predmetná budova je jednopodlažná s vysokým faktorom tvaru, splnenie požiadavky energetického kritéria nie je ekonomicky uskutočniteľné. Projekt nerieši komplexnú obnovu budovy, ale predovšetkým prístavbu z dôvodu rozšírenia kapacít a s tým súvisiace novonavrhované obalové konštrukcie, resp. obnovu časti pôvodných obalových konštrukcií. Požiadavky podľa STN 73 0540-2: 2012/Z1: 2016 sa preto vzťahujú len na novonavrhované resp. obnovované konštrukcie.

Všetky novonavrhované resp. obnovované obalové konštrukcie budovy vyhovujú požiadavkám podľa STN 73 0540-2: 2012/Z1: 2016

Po realizácii navrhovanej rekonštrukcie a prístavby materskej školy je predpokladaná úspora mernej potreby tepla na vykurovanie **76 %**.

Vypracoval:




Ing. Radoslav Cigan

V Košiciach, 06/2017